



அறிவியல் பலகை

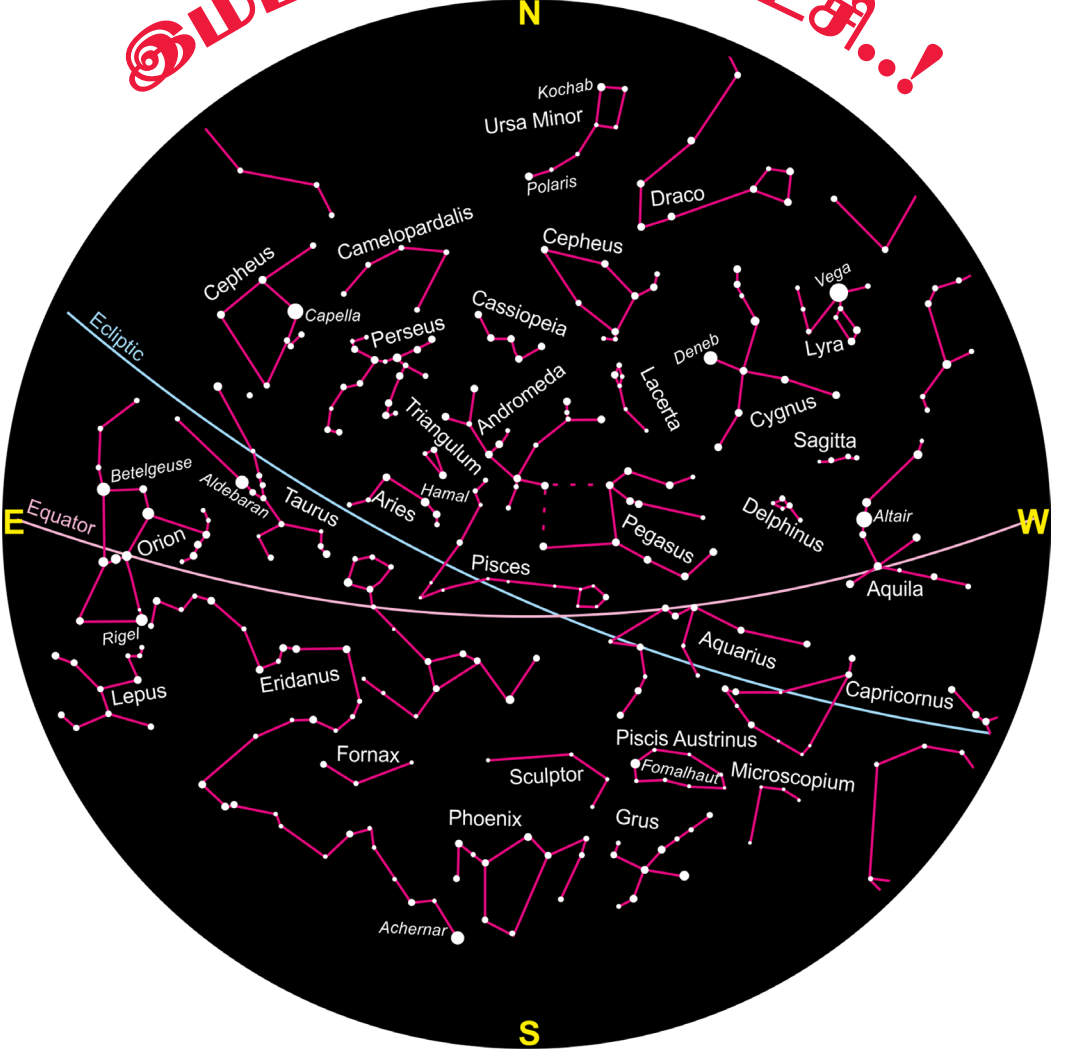


துகள்
அறிவியல்
தலைமகள்

ரோக்ஸ் கோட்போலே



இம்மாத வான்காட்சி..!!



அறிவியல் பலகை

இதழாசிரியர்

பா.புநீருமார்

பொறுப்பாசிரியர்

கே.கணேசன்

முகவரி

அறிவியல் பலகை,

சென்னை - 600 025.

மொபைல்: + 91-96772 97733

+ 91-98409 69757

E Mail : ariviyalpalagai@gmail.com



● அறிவியல் பலகையில் வெளியாகும் படைப்புகள்/கட்டுரைகளில் வெளிப்படும் தகவல்கள்/கருத்துக்கள் கட்டுரையாளரின் தனிப்பட்ட பார்வையே. அதில் பயன் படுத்தப்படும் புகைப்படங்களும் அவர்களிடமிருந்து பெறப்பட்டவையே. இதில் அறிவியல் பலகைக்கு எந்தவித உரிமையும் இல்லை.

● அறிவியல் பலகையில் வெளியாகும் படைப்புகள்/கட்டுரைகளை முழுமை யாகவோ, அதில் ஒரு பகுதியையோ எந்த ஒரு முன் அனுமதியும் கோராமல் எங்கும் உரிய முறையில் பயன்படுத்தலாம். 'அறிவியல் பலகையின் படைப்புகள் இவை' என்ற பதிவுடன் எங்கும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம்.

‘அறிவியல் பலகை’

சென்னை

உள்ளடக்கம்...

பிச்சாவரம் சந்திக்கும் 'நீலப்பசும்பாசி' பிரச்னை என்ன?.....06

செயற்கை நுண்ணறிவுக்கு இயற்பியல் நோபல் பரிசு10

மருத்துவத்துக்கான நோபல் பரிசு.....13

துகள் அறிவியலின் தலைமகள்16

நிலவே முகம் காட்டு.....19

நூல் அறிமுகம்.....24

இயற்கையின் மரபணு பொறியியல்...26

மிதக்கும் தங்கம்-அம்பர்கிரிஸ் !..... 30

சூழலியல் ஓர் அறிவியலாக..!..... ..33

அறிவியலைப் போற்றுவோம்..!



அன்பு நண்பர்களே, வணக்கம்.

உலகப் புகழ்பெற்ற இந்திய துகள் இயற்பியலாளர் ரோகிணி கோட்போலே அக்டோபர் 25ஆம் தேதி காலமானார் அவருக்கு வயது 71.

ரோகிணி கோட்போலே பெங்களூரிலுள்ள இந்திய அறிவியல் ஆய்வு கழகத்தில் உயர் ஆற்றல் இயற்பியல் மையத்தில் தலைமை விஞ்ஞானியாக பணியாற்றி வந்தார். கடந்த முப்பது ஆண்டுகளாக துகள் இயற்பியல் என்பதன் நிலையான மாதிரி(STANDARD MODEL) மற்றும் அதன் பல்வேறு அம்சங்களை ஆராய்வதில் உலக அளவில் பேசப்படுகிறார்.

உயர் ஆற்றல் ஃபோட்டான்கள் கட்டமைப்பு என்று அழைக்கப்படும் அணுவின் உள்கட்டமைப்பு ஆய்வில் பல்வேறு ஆய்வு வழிமுறைகளை கண்டறிந்து அறிவித்தவர். அவர், அடுத்த தலைமுறை எலெக்ட்ரான் பாஸிட்ரான் மோதல்களின் வடிவமைப்பிலும் தன்னுடைய பங்களிப்பைச் செலுத்தியுள்ளார். அவருடைய இழப்பு அறிவியல் சமூகத்திற்கு மிகப்பெரிய இழப்பாகும். அவருடைய மாணவர்கள் பலரும் துகள் இயற்பியல் துறையில் பல்வேறு ஆய்வுப் பணிகளை மேற்கொண்டு வருகின்றனர். இது, அவர் இந்திய அறிவியலுக்கு விட்டுச் சென்றுள்ள மிகப்பெரிய பங்காகப் பார்க்கப்படுகிறது. ரோகிணி கோட்போலேயின் வாழ்க்கை சாதனைகளை இந்த இதழில் திரு ஆயிஷா இரா. நடராசன் அருமையாக எழுதியுள்ளார்.

இந்த ஆண்டு, பருவ மழைக்காலம் இந்தியாவில் வழக்கமான அளவிற்கு பெய்து வருகிறது. பருவகால மாறுபாடுகள் காரணமாக விவசாயப் பயிர்கள் செழித்து வளர இது உதவும்.

சில இடங்களில் அதீத கன மழை பெய்கிறது. இது உயிர், உடமைகளுக்கு பாதிப்பு ஏற்படுத்தி வருகிறது.

விவசாயத்தில் அறிவியல் தொழில்நுட்ப பயன் காரணமாக அதிக அளவிலான உற்பத்தி ஏற்பட்டு வருகிறது. அதே நேரத்தில் இந்தியாவின் வறுமை உலக அளவில் கவலை எழுப்பக்கூடிய விஷயமாகவும் மாறியுள்ளது. இந்த இரண்டு வேறுபாடுகளையும் களைந்து அனைவருக்கும் சரி சமமாக வாழ்வாதாரங்கள் பெருகுவதற்கு நாம் அனைவரும் ஒத்துழைக்க வேண்டும். அறிவியல் துறையில் ஆக்கப்பூர்வமான ஆய்வுகளை மேற்கொள்ள வேண்டியது அவசியம் அதற்கான நிதி மற்றும் பிற ஒத்துழைப்புகளை ஆட்சியாளர்கள் செய்து தர வேண்டியது அவசியமாகிறது.

இந்தியாவில் தொழில் வளர்ச்சிக்கு அறிவியல் தொழில் துறையின் மிகப்பெரிய பங்கினை ஆற்றியுள்ளது. எனவே, அந்த துறை மேலும் வளர வேண்டியது அவசியமாகிறது.

விண்வெளி துறையில் குறிப்பிட தகுந்த இடத்தை இந்தியா பெற்றுள்ளதற்கு நம்முடைய விஞ்ஞானிகளின் பங்குள்ளது. அதேபோல, பல்வேறு துறைகளிலும் பல சாதனைகள் சத்தமில்லாமல் நடந்து வருகின்றன. இவற்றை போற்றி பாதுகாத்து தேவையான நிதி ஆதாரங்களை உருவாக்க வேண்டியது ஆட்சியாளர்களின் பொறுப்பாகும். இதை கவனத்தில் கொண்டு மத்திய, மாநில அரசுகள் செயல்பட வேண்டும் என்பதும் அறிவியல் துறையில் பணியாற்றக் கூடியவர்கள் எண்ணமாக உள்ளது.

இந்த மாத அறிவியல் பலகை இதழில் வழக்கம் போல சிறப்பான பல கட்டுரைகள் இடம் பெற்றுள்ளன அவற்றைப் படித்து மற்றவருக்கு பகிருமாறு அன்புடன் கேட்டுக்கொள்கிறோம். நன்றி!

அறிவியல் போற்றுவோம்! அறிவியல் பூர்வமாக வாழ்வோம்!



«... முனைவர் A சுரேஷ், வீஞ்ஞான்,
எம் எஸ் சுவாமிநாதன் ஆய்வு நிறுவனம், பம்புகார்

பிச்சாவரம் சந்திக்கும் ‘நீலப்பசும்பாசி’ பிரச்னை என்ன?

தமிழ்நாட்டின் பிச்சாவரத்தை சுற்றியுள்ள உவர்தீர் படுகை மற்றும் சதுப்புநில பகுதிகள் கடலோர சமூகங்களுக்கு மிக முக்கியமானவை. இவை மீன்வளம், நண்டு, இறால் போன்ற நீர்வாழ் உயிரினங்கள் வளர்ச்சிக்கு ஆதாரமாக உள்ளதால், மக்கள் தங்கள் வாழ்வாதாரத்தை இப்பகுதிகளின் வளங்களைக் கொண்டு மேம்படுத்தி வருகின்றனர். குறிப்பாக இப்பகுதியில் அதிகப்படியான இருளர்கள் தங்கள் தினசரி தொழிலாக நண்டு, இறால் போன்றவற்றை கைகளால் துழாவி பிடித்தல் மற்றும் வீச்சு வலைகளை பயன்படுத்தியும் வருகின்றனர். சதுப்புநில மரங்கள் கடலோர பகுதிகளை இயற்கை சீற்றங்களிலிருந்து, குறிப்பாக சுனாமி மற்றும் சூறாவளி போன்ற பாதிப்புகளை குறைத்து பாதுகாக்கின்றன. இதற்கிடையே, சதுப்புநில பகுதிகள் பல்வேறு தாவரங்கள் மற்றும் உயிரினங்களுக்கு வாழிடமாகவும் செயல்படுகின்றன, இது சுற்றுச்சூழலையும் சமூக வாழ்க்கையையும் தாங்கிச் செல்கிறது. இதனால், பிச்சாவரம் உவர்தீர் மற்றும் சதுப்புநில மண்டலங்கள் கடலோர சமூகங்களின் வாழ்வாதாரத்திற்கும் சுற்றுச்சூழல் பாதுகாப்பிற்கும் இன்றியமையாத பங்களிப்பை வழங்குகின்றன.

தமிழ்நாட்டின் உவர் நீர்ப் பகுதிகள், குறிப்பாக கிள்ளை மற்றும் பிச்சாவரம் சதுப்புநிலங்களைச் சுற்றியுள்ள பகுதிகள், பல்லுயிர் பெருக்கத்திற்கும் உள்ளூர் சமூகங்களின் வாழ்வாதாரத்திற்கும் இன்றியமையாதவை. இருப்பினும், காலநிலை மாற்றம் இந்த தனித்துவமான சுற்றுச்சூழல் அமைப்பையும் அதைச் சார்ந்திருக்கும் சமூகங்களையும் சீர்குலைக்கும் பல சவால்களை முன்வைக்கிறது. குறிப்பாக நீலப்பசும்பாசிகளால் ஏற்படும் இன்னல்கள் சற்று அதிகமாக உள்ளது .

உவர்நீர் நீலப்பசும்பாசி (Brackish Water Blue-Green Algae)

நீலப்பசும்பாசிகள் (சயனோபாக்டீரியா) உவர்நீரில் எளிதில் வளரும். உவர்நீரில் நீலப்பசும்பாசியின் அதீத வளர்ச்சி, அதிக உப்பு மற்றும் ஊட்டச்சத்துக்களின் மாறுபாட்டால் ஏற்படுகிறது. இவை பொதுவாக அதிக மழைக்காலங்களில் மற்றும் நீர் தரத்தில் மாறுபாடுகளை ஏற்படுத்தும் போது அதிகமாக காணப்படுகின்றன. காலநிலை மாற்றம் காரணமாக ஊட்டச்சத்துகள் மற்றும் சோடியம் அளவுகள் மாறுவதால், நீலப்பசும்பாசியின் உற்பத்தி அதிகரிக்க வாய்ப்பு உள்ளது. நீரோட்டம் குறையும்போது நீரின் தன்மைகள் மாறுகிறது. நீலப்பசும்பாசி அதிகமாக வளர்ந்தால், இது நீரின் நிலை தன்மையை மாற்றி, மீன்கள் மற்றும் மற்ற நீர்வாழ் உயிரினங்களை பாதிக்கக்கூடும். சில நீலப்பசும்பாசிகள் மயக்கம் அல்லது ஆஸ்துமா போன்ற உடல்நிலை மாற்றங்களை ஏற்படுத்தக்கூடிய வியாதிகளை



உருவாக்கும். நீலப்பசு பாசியின் பெருக்கம் நீர் மாசுபாடு மற்றும் சுற்றுச்சூழலுக்கு தீங்கு விளைவிக்கக்கூடும், இது கடலோர சமூகங்களின் வாழ்வாதாரத்திற்கும் பாதிப்பை ஏற்படுத்தும். அதிகப்படியான நீலப்பசு பாசிகளால் சூழப்பட்டுள்ள – கிள்ளை பகுதி, சிதம்பரம் – (வெள்ளாறு உவார்தீர் பகுதி)

முக்கிய விளைவுகள்:

காலநிலை மாற்றத்தின் தாக்கங்கள்

1. உயர்ந்த வெப்பநிலை:

- காலநிலை மாற்றத்தின் காரணமாக வெப்பநிலை அதிகரிப்பதன் மூலம் நீரின் வெப்பநிலை அதிகரிக்கிறது, இதனால் நீலப்பசு பாசியின் வேகமான வளர்ச்சிக்கு ஏற்ற நிலை ஏற்படுகிறது. இதனால் பிற நீர்வாழ் உயிரினங்கள் வாழ தகுதியற்ற சூழலாக மாறும் மேலும் மீன்பிடி நடைமுறை களை சீர்குலைக்கும். குறிப்பாக வீச்சு வலை வீசி மீன் பிடிக்க இயலாத சூழல் உண்டாகும்.

2. உப்புத்தன்மை மாறுபாடு

உப்புநீர் ஊடுருவல்: கடல் மட்டம் உயர்வது உவார்தீரில் உப்புத்தன்மையை மாற்றும், பல்வேறு சைனோபாக்டீரியல் இனங்களின் வளர்ச்சியை அதிகப்படுத்துகிறது.

பல்லுயிர் இழப்பு: உப்புத்தன்மையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் பல்லுயிர் பெருக்கத்தைக் குறைக்கும், சுற்றுச்சூழல் அமைப்பு மற்றும் அங்கு செழித்து வளரும் உயிரினங்களின் சமநிலையை பாதிக்கிறது

3. ஊட்டச்சத்து ஏற்றுதல்

யூட்ரோஃபிகேஷன்: குறிப்பாக விவசாய நடவடிக்கைகளில் இருந்து அதிக நீரோட்டம், நைட்ரஜன் மற்றும் பாஸ்பரஸ் அளவை உயர்த்தி, தீங்கு விளைவிக்கும் பாசிகள் வளர ஊக்குவிக்கிறது.

நச்சுத்தன்மை அபாயங்கள்: பல சயனோபாக்டீரியாக்கள் கடல்வாழ் உயிரினங்கள் மற்றும் மனிதர்களின் ஆரோக்கியத்தை அச்சுறுத்தும் நச்சுகளை உருவாக்குகின்றன, குடிநீர் மற்றும் பொழுதுபோக்கு பகுதிகளை பாதிக்கின்றன.

4. நீரின் தரம் மோசமடைதல்

தீங்கு விளைவிக்கும் பாசிகள் : சயனோபாக்டீரியல் பாசிகள் ஆக்சிஜன் குறைபாட்டு நிலைமைகளை உருவாக்கலாம், இது மீன்களுக்கு தீங்கு விளைவிக்கும் மற்றும் உள்ளூர் மீன்வளத்தை சீர்குலைக்கும்.

பொருளாதார விளைவுகள்: மோசமான நீரின் தரம் சுற்றுலா மற்றும் மீன்பிடித் தொழில்களை எதிர்மறையாக பாதிக்கும், இது உள்ளூர் சமூகங்களுக்கு குறிப்பிடத்தக்க பொருளாதார இழப்புகளுக்கு வழிவகுக்கும்.

5. மீன்வளம் மற்றும் உணவு பாதுகாப்பு

மீன் வளத்தில் சரிவு: நீர் தரம் குறைதல் மற்றும் பாசிகள் காரணமாக மீன் ஆரோக்கியம் ஆகியவை உள்ளூர் மீன்வளத்தை அச்சுறுத்துகிறது, மீனவர்கள் மற்றும் அவர்களது குடும்பங்களின் வாழ்வாதாரத்தை பாதிக்கிறது.

உணவுச் சங்கிலிகளின் சீர்குலைவு: சயனோபாக்டீரியல் மக்கள் தொகையில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் விலங்கு மிதவை உயிரிகள் (ஜூப்ளாங்க்டன்) மற்றும் மீன்களுக்கான உணவு விநியோகத்தை பாதிக்கலாம், இது முழு நீர்வாழ் உணவு வலையையும் (food web) சீர்குலைக்கும்.

6. பொது சுகாதார அபாயங்கள்

- நச்சு வெளிப்பாடு: சயனோபாக்டீரியாவால் அசுத்தமான நீர் உள்ளூர் மக்களுக்கு உடல்நல அபாயங்களை ஏற்படுத்தலாம், இது சுகாதார செலவுகள் அதிகரிக்க வழிவகுக்கிறது.



- பொழுதுபோக்கு கட்டுப்பாடுகள்: அதிகபடியான நச்சுப் பாசிகள் சுற்றுலா மற்றும் உள்ளூர் பொழுது போக்கு நடவடிக்கைகளை பாதிக்கலாம்.

7. கலாச்சார மற்றும் சமூக தாக்கங்கள்

- பாரம்பரிய வாழ்வாதாரத்திற்கு அச்சுறுத்தல்: நீரின் தரத்தில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் பாரம்பரிய மீன்பிடி நடைமுறைகளை குறைமதிப்பிற்கு உட்படுத்தலாம், இது கடலோர சமூகங்களின் கலாச்சார கட்டமைப்பை பாதிக்கிறது. குறிப்பாக தினசரி தொழிலாக கொண்ட அப்பகுதி மக்கள் மீன் பிடிக்க இயலாமல் இருப்பிடத்தை விட்டு வெகு தூரம் சென்று மீன் பிடிக்க தற்காலிக கொட்டகை அமைத்து வாழவேண்டிய சூழல் ஏற்படுகிறது. வருமானம் இல்லாததால் அவர்களுக்கான அன்றாட தேவைகளை வாங்க முடியாமல் சிரமப்படுகின்றனர். பிள்ளைகளை சரியாக கவனிக்க முடியாமல் போகிறது. பள்ளிக்கு அனுப்ப முடியாத சூழலும் உருவாகிறது
- சமூக மீள்தன்மை: பொருளாதாரம் மற்றும் சுகாதார சவால்கள் சமூக ஒற்றுமையைக் கெடுக்கலாம், இது சமூகங்களை மாற்றி

அமைப்பதைக் கடினமாக்குகிறது.

தீர்வுகள் மற்றும் நடைமுறைகள்

- சூழ்நிலையை கண்காணித்தல்:
 - நீரின் தரத்தை மற்றும் ஊட்டச்சத்து அளவுகளை தொடர்ந்து கண்காணிக்கவும், தேவையான நடவடிக்கைகளை எடுக்கவும் வேண்டும்.
- கட்டுப்பாடுகள்:
 - மீன் வளங்கள் மற்றும் நீரின் அழிக்கக்கூடிய சூழ்நிலையை பாதுகாக்க திட்டமிடப்பட்ட உத்திகள் தேவைப்படுகிறது.

முடிவுரை

காலநிலை மாற்றம், உவர்நீரில் நீலப்பசும்பாசி வளர்ச்சியை பெரிதும் பாதிக்கின்றது. இதன் தாக்கங்கள், கடலோர சமூகங்களின் வாழ்வாதாரத்திற்கு மற்றும் சுற்றுச்சூழலுக்கு ஆபத்தாக இருக்கக்கூடும்.

சமூகங்கள் மற்றும் உயிரியல் வாழ்வுக்கு ஏற்ப மாசுபடாத நீர் அணுகுமுறைகளின் காலநிலை மாற்றத்திற்கு நீர் ஓட்டம் மிக முக்கிய பங்கு வகிக்கிறது ஆகவே, இந்தப் பிரச்சினைகளை சமாளிக்க செயல்திறன் மற்றும் கண்காணிப்பு மிக முக்கியமாகிறது.

செயற்கை நுண்ணறிவுக்கு இயற்பியல் நோபல் பரிசு



«... முனைவர். இ.வேறமபீரபா
உதவிப் பேராசிரியர், ஐஐடி, சென்னை

"அடிப்படை அறிவியல் ஆய்வுகளுக்கும் கண்டுபிடிப்புகளுக்கும் வழிவகுக்கும் இயந்திரக்கற்றல் (machine learning) முறைக்கு அடித்தளமான 'செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு (artificial neural networks)' கண்டுபிடிப்பிற்காக இவ்வாண்டின் இயற்பியல் நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டுள்ளது. அமெரிக்காவின் பிரின்ஸ்டன் பல்கலைக்கழகத்தைச் சார்ந்த ஜான் ஹாப்ஃபீல்ட் (John J. Hopfield, 90) மற்றும் கனடாவின் டொரோண்டோ பல்கலைக்கழகத்தைச் சார்ந்த ஜாஃப்ரி ஹின்டன் (Geoffrey E. Hinton, 77) ஆகியோருக்கு இவ்விருது பரிசு வழங்கப்படுகிறது.

செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு (artificial neural networks)

இன்றைய சூழலில், செயற்கை நுண்ணறிவு என்பது அனைவரும் அறிந்த ஒன்றாக, மாணவர்கள் விரும்பிப்படிக்கும் ஒரு துறையாக உள்ளது. செயற்கை நுண்ணறிவு என்று பொதுவாக சொல்லப்பட்டாலும், 'செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு' கொண்டு அரங்கேறும் இயந்திரக்கற்றல் நடவடிக்கையைத்தான் நாம் சொல்கிறோம்.

செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு எவ்வாறு செயல்படுகிறது?

யூடியூப் பார்த்து, பிரியாணி செய்யப் போகிறீர்கள் என்று வைத்துக்கொள்வோம். இவ்வளவு அரிசி எடுக்க வேண்டும், வெங்காயம் இவ்வளவு வதங்க வேண்டும், எவ்வளவு மசாலா சேர்க்க வேண்டும் என்று வரிசையாக சொல்லிவிடுகிறார்கள். அப்படியே அதை கவனித்துச் செய்தால், முதல் முறையிலேயே கூட நல்ல பிரியாணி செய்துவிட முடியும். பிற மென்பொருட்கள் இப்படித்தான் செயல்படுகின்றன. அதாவது, இதைச் செய், இந்த நேரத்தில் செய் என்று நாம் ஒவ்வொன்றாக மென்பொருளுக்கு சொல்லி வைத்திருக்கிறோம். அது அவ்வாறே செய்துவிடும். உதாரணமாக, கணிப்பான் (calculator) மென்பொருள். எண்களை அழுத்தினால், கூட்டல்/கழித்தல் குறியீடுகளை அழுத்தினால் தகுந்த விடை வந்துவிடும். செயற்கை நுண்ணறிவு வருவதற்கு முன்பு, மென்பொருட்கள் இப்படித்தான் இயங்கி வந்தன.

செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பு இவற்றிலிருந்து மாறுபட்டது. ஒரு சமையலர் இருக்கிறார். இதுவரை பிரியாணி செய்ததில்லை என்றாலும், அவரிடம் பிரியாணி இந்த சுவையில்

இருக்கும் என்று விவரிப்பதன் மூலமும், அதனுடைய புகைப்படத்தைக் காண்பிப்பதன் மூலமும், அவருடைய அனுபவ அறிவால் யூகித்து, ஒரு பிரியாணியைச் செய்துவிட முடியும். ஏன், சமையல் பொருட்களின் அளவைக் கொஞ்சம் கொஞ்சம் கூடக் குறைய சரி பார்த்து, நீங்கள் இதுவரை சுவைத்திருந்ததை விட அருமையான பிரியாணியைக் கூட அவரால் செய்ய முடியும்தானே?

நாம் உள்ளீடாகக் கொடுக்கும் தரவுகளை வைத்து, அதன் சாதக பாகங்களைக் கணக்கில்கொண்டு, செயற்கை நுண்ணறிவு இப்படித்தான் சொந்தமாக யூகித்து செயல்படுகிறது.

நாம் மூளையைக் கொண்டு சிந்திக்கிறோம். ஓர் இயந்திரத்தால் எப்படி சிந்திக்க முடிகிறது?

மனித மூளையில் நியூரான்கள் என்று சொல்லப்படும் கம்பி போன்ற அமைப்புகள் கோடிக்கணக்கில் உள்ளன. இந்த நியூரான்களின் ஒன்றிணைந்த செயல்பாட்டினால் நம்மால் ஒரு முடிவெடுக்க முடிகிறது. உதாரணமாக, நாம் வாசிக்கும்போது, ‘கண்கள் எங்கே பார்க்க வேண்டும்’, ‘புத்தகம் எங்கே வைக்க வேண்டும்’, ‘கண்களுக்கு எவ்வளவு வெளிச்சம் வேண்டும்’ என்று பல காரணிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு வேலைக்கும், இவ்வளவு வேண்டும் என்று நம் சிந்தனைக்குத் தகுந்தவாறு, கண்களுக்கான நியூரான், கைகளுக்கான நியூரான் என்று ஒவ்வொரு நியூரானும், நமக்குத் தேவையானதை தனித்தனியாக தராசில் வைத்துக் கணக்குப் பார்க்கும். பிறகு, அவை ஒன்றிணைந்து இந்தத் தருணத்துக்கு இதுதான் சரியானது என்று முடிவைச் சொல்லும். நாம் அதன்படி செயல்படுகிறோம்.

செயற்கை நரம்பியல் வலையமைப்பிலும், இவ்வாறு பல்வேறு நியூரான்கள் வடிவமைக்கப் பட்டுள்ளன. ஏற்கனவே பார்த்த உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். ஒரு மனித மூளை எப்படி மசாலா, காய்கறி, உப்பின் அளவு இவ்வளவு வேண்டும் என்று சரி பார்க்கிறதோ அதேபோல, இந்த செயற்கை நியூரான்கள் ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் ஒரு ‘மதிப்பு (value)’ கொடுக்கும். மசாலாவுக்கு 10, காய்கறிக்கு 15, உப்புக்கு 4 என்று தோராயமாக மதிப்பு வைத்துக்கொள்வோம். இந்த மதிப்பில் கிடைத்த விடையை நாம் உள்ளீடாகக் கொடுக்கும் பயிற்சி தரவோடு சரி பார்க்கும். பொருந்தி வரவில்லை என்றால் இந்த மதிப்புகளை



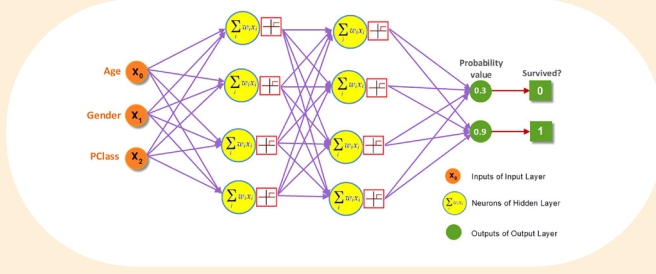
ஜான் ஹாப்ஃபீல்ட் - ஜாஃப்ரி ஹின்டன்

மாற்றி மாற்றிப் பார்த்து, பொருந்தும் வரை மாற்றி சீர் செய்யும். இப்படித்தான் செயற்கை நுண்ணறிவு நமது பயிற்சி தரவுகளின் அடிப்படையில் செய்முறையைத் தானே வகுத்துக்கொள்கிறது.

ஹாப்ஃபீல்டும், ஹின்டனும்

ஜான் ஹாப்ஃபீல்ட் அடிப்படையில் ஒரு இயற்பியலாளர். 1982ஆம் ஆண்டு ஒரு வலையமைப்பைக் கண்டுபிடித்தார்-ஹாப்ஃபீல்ட் வலைமைப்பினால், படிமங்களை (patterns) சேமித்து வைக்க முடியும்; அவற்றிலிருந்து தேவைப்படும்போது மீளருவாக்கம் செய்து அந்தப் படிமங்களைப் பயன்படுத்த முடியும். முற்றுப்பெறாத சில சொற்களை, படங்களைக் கொடுத்தால், தன்னிடமுள்ள படிமங்களில் உள்ளீடுக்கு ஒத்த படிமத்தை அதனால் எடுத்துத் தர முடிந்தது. ‘கிளைகளை’ வரைந்து கொடுத்தால், இது ஒரு மரத்தின் படமாக இருக்கலாம் என்று கணித்து, தான் சேமித்து வைத்திருந்ததில் இருந்து அதேபோல கிளைகளைக் கொண்ட ஒரு மரத்தின் படத்தை எடுத்துக்கொடுத்துவிடும்.

இவற்றைப் பயன்படுத்தி, உயிரியல் துறைக்குத் தேவையான ஆய்வுகளை ஹாப்ஃபீல்ட் செய்துவந்தார். அப்போது ஒரு மாநாட்டில் கலந்துகொண்ட போது, மூளை நரம்பியல் எப்படி செயல்படுகிறது என்று அறிந்துகொண்டு, அதனால் ஈர்க்கப்பட்டார். தனித்தனியாக செயல்படும் நியூரான்கள், ஒன்றிணையும்போது எப்படி ஓர் அற்புதமான முடிவைத் தருகிறது என்று அறிந்து தன்னுடைய ஆய்வில் அதைப் பயன்படுத்தினார். பிரின்ஸ்டன் பல்கலைக்கழகத்தில் பணியாற்றிக் கொண்டிருந்த அவர், தன்னுடைய ஆய்வுகள் சக



இயற்பியல் ஆய்வாளர்களின் பணியில் இருந்து பெரிதும் மாறுபடுகிறது என்பதால், கால்டெக் பல்கலைக்கழகத்தில், வேதி மற்றும் உயிரியல் துறையில் இணைந்து பணியாற்றினார். அங்கிருந்த கணினிகளின் துணைகொண்டு அவரால் நரம்பியல் வலையமைப்பு ஆய்வை செவ்வனே செய்ய முடிந்தது. ஆயினும், மொத்தமாக இயற்பியலை அவர் விட்டுவிடவில்லை. அணுக்கள் இணைந்து ஒரு பொருளை உருவாக்கும்போது, எவ்வாறு காந்தப்புலம் மாறுபடுகிறது என்பதற்கான ஆய்வினும் நரம்பியல் வலையமைப்பைப் பயன்படுத்தி புதிய முடிவுகளைக் கண்டறிந்தார்.

ஹாப்ஸ்பீல்ட் தன்னுடைய ஆய்வு முடிவுகளை வெளியிட்டபோது, ஹின்டன் கார்னேகி மெலன் பல்கலைக்கழகத்தில் பணிபுரிந்து வந்தார். இங்கிலாந்திலும், ஸ்காட்லாந்திலும் உளவியல் மற்றும் செயற்கை நுண்ணறிவு குறித்துப் பயின்றிருந்த இவர், மனிதர்கள் போலவே இயந்திரங்களும் படிமங்களைக் கற்றுக்கொண்டு சிந்தித்துச் செயல்பட முடியுமா என்பதில் ஆர்வம் கொண்டிருந்தார். புள்ளியியல் இயற்பியலின் (statistical physics) அடிப்படையான நிகழ்தகவினைப் (probability) பயன்படுத்தி, எந்தத் தருணத்தில் எவ்வாறு செயல்பட வேண்டும் என்று இயந்திரத்திற்கு பயிற்றுவித்தார். இந்த ஆய்வின் முடிவுகளை 'போல்ட்ஸ்மேன் இயந்திரம்' என்னும் பெயரில் வெளியிட்டார். இப்படியாக, செயற்கை நுண்ணறிவில் தன் பணிகளைத் தொடங்கிய ஜாஃப்ரி ஹின்டன், 'செயற்கை நுண்ணறிவின்' தந்தை என்று அழைக்கப்படுவது குறிப்பிடத்தக்கது.

நோபல் விருது: இயற்பிலுக்கா? கணினி அறிவியலுக்கா?

சொற்களை உள்ளீடாகக் கொடுத்தால் படங்களை உருவாக்குவது, கட்டுரை எழுதித் தருவது என்று செயற்கை நுண்ணறிவு, நம் அன்றாட வாழ்வில் ஒன்றாகக் கலந்துவிட்டது.

ஆனால், இத்தோடு நின்றுவிடவில்லை அதன் பயன்பாடு. மங்கலான படங்களைக் கொடுத்தால் துல்லியமாகக் கண்டுபித்துத் தருவதால், காவல்துறைக்கும், தொலைநோக்கி எடுத்துத் தரும் படங்களைப் புரிந்துகொண்டு வான் இயற்பியலுக்கும் என்று பல இடங்களிலும் செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்படுகிறது. கடந்த முப்பது ஆண்டுகளில் செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பாட்டினால் லட்சக்கணக்கான ஆய்வுக்கட்டுரைகள் வெளிவந்திருப்பது, அனைத்து அறிவியல் தொழில்நுட்பத் துறையிலும், செயற்கை நுண்ணறிவின் பயன்களை எடுத்துரைக்கிறது.

இவ்வளவு பயன்கள் இருப்பினும், செயற்கை நுண்ணறிவினால் ஏற்படும் அபாயங்களை வெளிப்படையாக மக்களுக்கு எடுத்துரைப்பதற்காகவே, அத்துறையின் தந்தை என அறியப்படும் ஜாஃப்ரி ஹின்டன், தனது துறை சார்ந்த பணிகளை மேற்கொண்டு வந்த கூகுள் நிறுவனத்தில் இருந்து மே மாதம் 2023 இல் விலகினார் என்பது கவனத்துக்குரியது. ஒரு காலத்தில் இயந்திரங்கள் மனிதர்களை விஞ்சிவிடும் அபாயம் இருக்கிறது என்றும், இயந்திரங்கள் தங்களுக்குத் தேவையான மென்பொருட்களைத் தாமே எழுதிக்கொள்ளும் என்பதால், நம்மால் அவற்றைக் கட்டுப்படுத்த முடியாமல் போகும் நிலை வரலாம் என்றும் தொடர்ந்து எச்சரித்து வருகிறார்.

அடிப்படை 'புள்ளியல் இயற்பியல்' என்பதாலும், பல்வேறு இயற்பியல் ஆய்வுகளுக்கு செயற்கை நுண்ணறிவு பயன்பட்டிருக்கிறது என்பதாலும், செயற்கை நுண்ணறிவுக்கு, இவ்வாண்டின் இயற்பியல் விருது கொடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆனால், இதில் கணினி அறிவியலின் பங்குதான் அதிகம் இருப்பதால், இது இயற்பியலுக்கான விருது கிடையாது என்றும் சில ஆய்வாளர்கள் அதிருப்தி தெரிவித்து இருக்கிறார்கள்.

மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசு 2024



«... ஷோபனா நாராயணன்,
அறிவியல் ஆர்வலர்

மருத்துவத்திற்கான நோபல் பரிசு அமெரிக்காவின் விக்டர் ஆம்பரோஸ் மற்றும் கேரி ருக்வென் ஆகியோருக்கு அறிவிக்கப்பட்டுள்ளது. அவர்களது கண்டுபிடிப்பு மூலக்கூறு உயிரியலில் (Molecular Biology) மாபெரும் திருப்புமுனையாக அமைந்த ஒன்றாகும்.

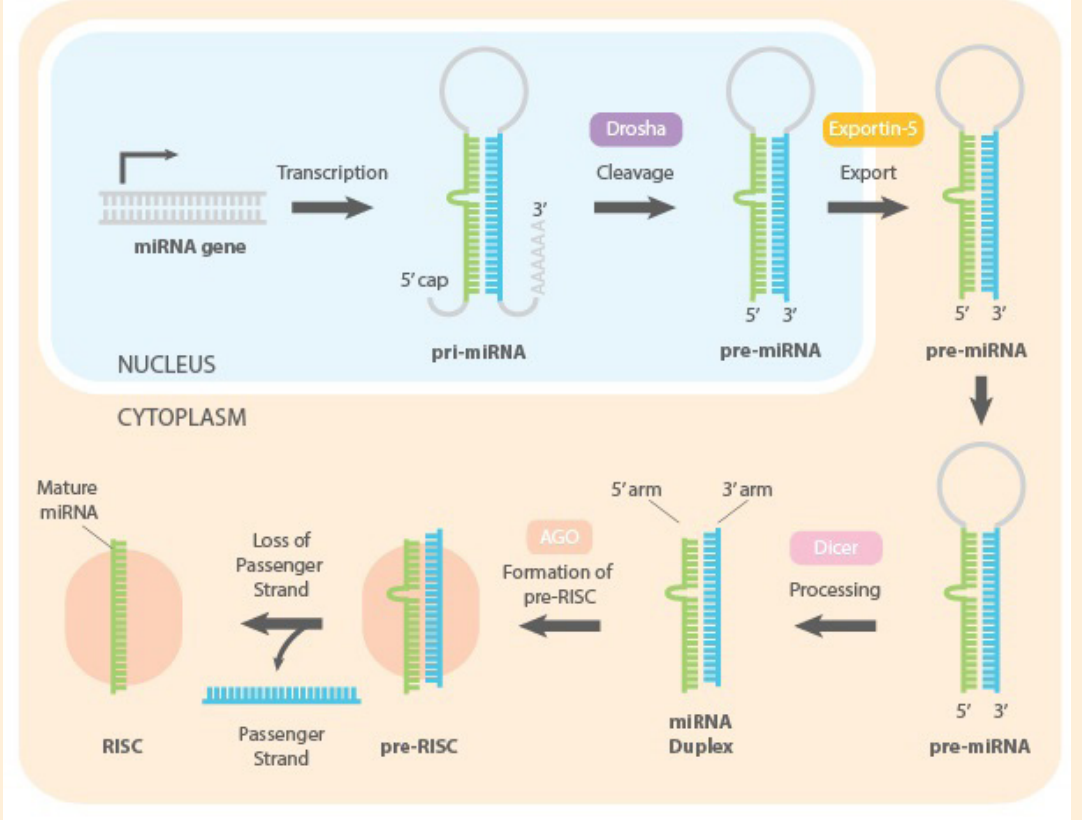
ஜீன்களின் செயலாக்கத்தினை (Gene Expression) கட்டுப்படுத்துவதில் Micro RNA என்னும் நுண் RNA(miRNA)க்களின் பங்களிப்பினை விவரித்ததற்காக நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டுள்ளது. அப்படி என்ன சிறப்பு அந்த நுண் RNA-க்களில் என்பதை நாமும் அறிந்து கொள்வோமே.

நமது உடல் செல்களினால் ஆனது. டிரில்லியன் கணக்கான செல்களினால் கட்டமைக்கப்பட்ட இந்த உடலில் அனைத்து செல்களும் ஒரே போன்ற தோற்றமோ அல்லது செயல்பாடோ கொண்டிருக்கவில்லை. ஆனால், அவற்றில் உள்ள DNA ஒன்றையாகும் என்பதுதான் ஆச்சரியமூட்டும் விஷயம். அனைத்து செல்களிலும் ஒரே DNA சரம் அமைந்திருந்தாலும் நரம்பு செல் வெளியிடும் புரதம் கணைய செல் வெளியிடும் புரதத்தில் இருந்து முற்றிலும் வேறுபட்டதாக அமையும். சிறுநீரகத்தின் செல் உற்பத்தி செய்யும் புரதமும் நுரையீரல் உற்பத்தி செய்யும் புரதமும் வேறு வேறு தன்மை உடையதாக இருக்கும். இந்தப் புரதங்கள்தான்



விக்டர் ஆம்பரோஸ் - கேரி ருக்வென்

miRNA Biogenesis - Canonical Pathway



செல்லின் செயல்பாடுகள் முதல் ஒட்டுமொத்த உடலின் வளர்ச்சி இனப்பெருக்கம் ஆரோக்கியம் மற்றும் நோய்களில் புரதங்களை முக்கிய இடம் வகிக்கின்றன. மிக எளிமையாக இதனை ஒரு உதாரணத்தின் மூலம் புரிந்து கொள்ளலாம். இன்சலினை (ஒரு புரதம்) சுரக்கும் ஜீன் கணையத்திலும் இருக்கும் மூளையிலும் இருக்கும், கல்லீரலிலும் இருக்கும். ஆனால் மூளையோ கல்லீரலோ இன்சலினை ஒருபோதும் சுரப்பதில்லை. கணையம் மட்டுமே இன்சலினைச் சுரக்கும்.

இதனை ஜீன்களின் செயலாக்க கட்டுப்பாடு

என்பார். இந்த செயலாக்க கட்டுப்பாடு எந்த வகையில் நிகழ்கிறது என்பது தொடர்பாக நிறைய ஆராய்ச்சிகள் உண்டு. அதில் micro RNA என்னும் நுண் RNA க்கள் பங்கினை கண்டறிந்து விளக்கியதற்காகத்தான் இம்முறை நோபல் பரிசு வழங்கப்பட்டிருக்கின்றது.

முதலில் நமது செல்லில் இன்சலின் போன்ற புரதங்கள் எவ்வாறு உருவாகின்றன என்பதை புரிந்து கொள்ள முயல்வோம். ஒவ்வொரு புரதத்திற்கும் அதற்குரிய ஒன்றோ அல்லது அதற்கும் மேற்பட்ட ஜீன்களோ அமைந்திருக்கும்.

அதுபோன்ற ஒட்டுமொத்த ஜீன்களின் தொகுப்பு ஜீனோம் (Genome) எனப்படும். இந்த ஜீன் மற்றும் ஜீனோம்கள் எனப்படுபவை வேறொன்றும் அல்ல முன்னர் சொன்ன DNA சரம்தான். இவைதான் தலைமுறை தலைமுறையாக மரபுப்பண்புகளை கடத்துபவை. இவை ஒருவகை குறியீடுகள். ஒவ்வொரு குறியீடும் (Codons) புரதத்தின் ஒவ்வொரு அமினோ அமிலத்தைக் குறிக்கும். DNA செல்லின் உட்கருவில் இருக்கும். அதனால் உட்கருவை விட்டு நீங்கி வெளியே வர முடியாது. ஆனால் புரத உற்பத்தியோ செல்லின் சைட்டோபிளாசம் என்னும் உட்கருவிற்கு வெளிப்பகுதியில் நடக்கும் செயல். ஆக, புரதத்திற்கான குறியீட்டுத்தொகுப்பானது (ஜீன்) உட்கருவிலும், புரத உற்பத்திக் கருவிகள் (ரைபோசோம் உள்ளிட்டவை) உட்கருவிற்கும் வெளியில் இருப்பதால் இவர்களை தொடர்புபடுத்த ஒரு தொடர்பாளர் தேவை. அவையே RNAக்கள். RNAவும் DNA போன்ற ஒரு நியுக்ளிக் அமிலம்தான். வெகுசில வேறுபாடுகள் உண்டு. இவற்றுள் பலவகைகள் உண்டு. மிக முக்கியமானது messenger RNA எனப்படும் mRNA.

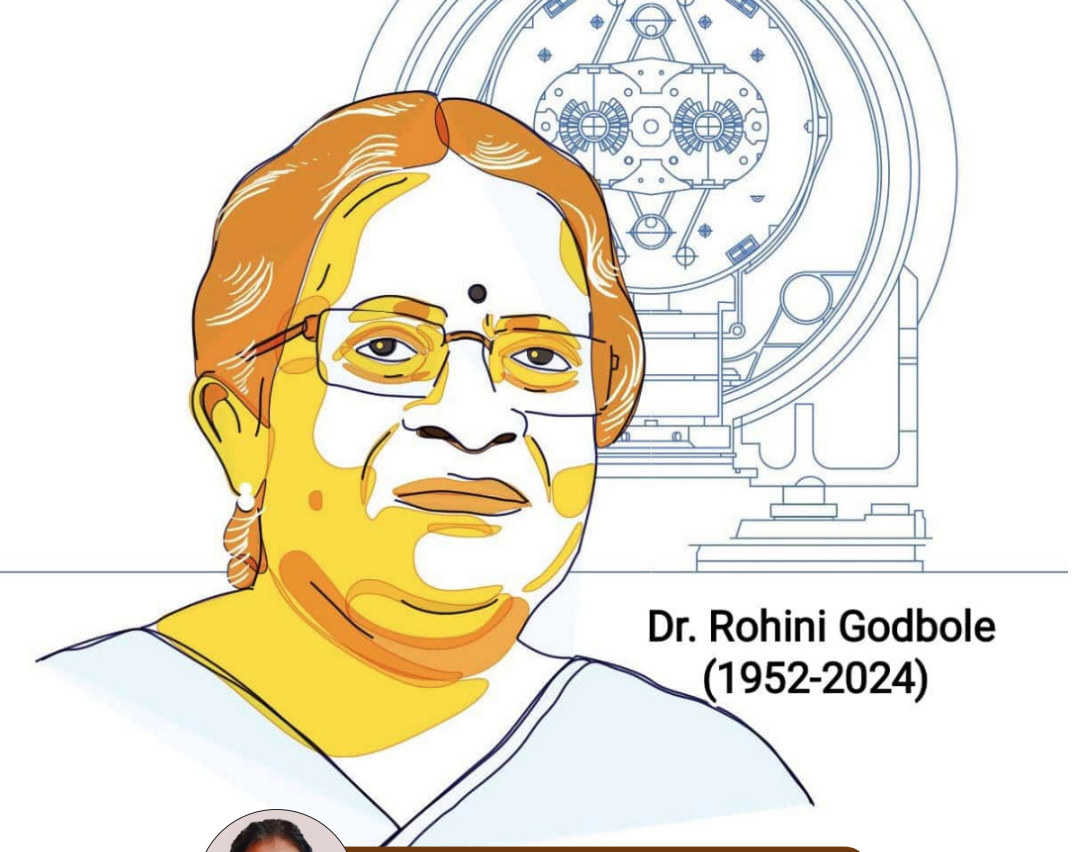
புரத உற்பத்திக்குரிய ஜீன் குறியீடு DNA விலிருந்து படியெடுக்கப்பட்டு (Transcription) mRNA உருவாக்கப்படும். இவை உட்கருவைத் தாண்டி வெளியில் செல்ல ஏதுவானவை. இவை செல்லின் புரத உற்பத்திக்கருவிகளுக்கு வந்தபின் புரதமானது சரியான ஜீன் குறியீட்டின் படி உருவாக்கப்படும் (Translation).

இப்போது கட்டுரையின் முந்தைய பகுதிக்கே செல்வோம். எல்லா செல்களிலும் எல்லா புரதங்களுக்கும் உரிய ஜீன்கள் அமைந்துள்ள போது செல்கள் தங்களுக்குத்தக்கவாறு எப்படி ஒரு குறிப்பிட்ட சில புரதங்களை மட்டும் உற்பத்தி செய்து கொள்கின்றன என்னும் கேள்விக்கு விடைதான் நோபல் பரிசினைத் தட்டிச்சென்றுள்ளது. அவை micro RNA என்னும் mRNA Silencing Mechanism. நுண் RNA எனப்படும் miRNA க்கள் என்பவை செல்கள் உருவாக்கும் messenger RNA க்களின் சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் வந்து பிணைந்து கொண்டு messenger RNA க்கள் புரதத்திற்கான குறியீடாக செயல்படவிடாமல் தடுக்கின்றன என்பதனை இவ்விரண்டு அறிஞர்களும் கண்டுபிடித்துள்ளனர்.

c-elegans என்னும் 1 மிமி அளவே உடைய உருளைப்புழு வகையில் நரம்பு செல் குடல் செல் மற்றும் தசை செல் ஆகியவற்றில் இந்த miRNA க்களின் செயல்பாட்டினை ஆராய்ந்து அவை செயல்படும் விதத்தினை கேரி மற்றும் ஆம்புரோஸ் கண்டறிந்துள்ளனர். மேலும் முதலில் இது c-elegans என்னும் புழுவிற்கு மட்டுமே உரிய பிரத்தியோக பண்பு என்னும் அளவுக்கே நம்பப்பட்டதால் இவ்வாராய்ச்சி முடிவுகள் வெளியிடப்பட்ட காலத்தில் பெரிய அளவு வரவேற்பினை பெறவில்லை. ஆனால் அதனை தொடர்ந்த பல ஆண்டுகால ஆராய்ச்சியில் let-7 என்னும் miRNA மனிதர்களுக்கும், c-elegans கிற்கும் மற்றும் பெரும்பாலான விலங்குலக உயிரிகளுக்கும் பொதுவானது என்பதும், அது பரிணாம வளர்ச்சியில் மாறுபாடு அடையாமல் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளது என்பதும் இவ்விரு அறிவியல் பெருமக்களால் கண்டறியப்படவுடன் இந்த கண்டுபிடிப்பானது ஜீன்களின் செயல்பாட்டினைக் கட்டுப்படுத்தும் முக்கியகாரணி miRNA என்பது ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டு உலகின் கவனத்தினை ஈர்த்தது.

இந்த கண்டுபிடிப்பானது உலகில் உயினங்களின் பரிணாம வளர்ச்சியினை கண்டறிவதில் முக்கியப் பங்காற்றியுள்ளது. மேலும் இந்த miRNA க்களின் ஜீன்களில் உருவாகும் பிழை, சடுதி மாற்றம் (Mutation) ஆகியவை, கட்டுபாடற்ற messenger RNA க்கள் மற்றும் புரத உருவாக்கம், புற்றுநோய் செல் உருவாக்கம் போன்றவற்றிற்கு காரணமாக அமைகிறது என்பதும் கண்டறியப்பட்டுள்ளது. பிறவியிலேயே காது கேளாமை, கண் தொடர்பான நோய்கள், எலும்புச்சட்டகம் தொடர்பான நோய்கள், DICER 1 Syndrome என்னும் தீவிர பல்லுறுப்பு புற்றுநோய் போன்றவற்றிலும் பிழையான miRNA க்களின் ஜீன்கள் காணப்படுவது கண்டறியப்பட்டுள்ளது.

இந்த நுண் RNA க்கள் எனப்படும் miRNA க்களின் செயல்பாட்டினை மேலும் புரிந்து கொள்வதன் மூலமும், மாற்றங்கள் ஏற்படுத்துவதன் மூலமும் வருங்கால மூலக்கூறு உயிரியல் சார்ந்த மருத்துவத்துறை (Molecular Medicine) வளர்ச்சியடைந்து பல தீராத நோய்களுக்கு தீர்வு கிடைக்கலாம் என அறிவியல் உலகம் நம்பிக்கை பெற்றுள்ளது.



Dr. Rohini Godbole
(1952-2024)



«... இயிஷா இரா.நடராசன்
ஆசிரியர் மற்றும் எழுத்தாளர்

‘துகள் அறிவியலின் தலைமகள்’

– ரோக்ஷ் கோட்போலே

இந்தியாவில் அறிவியலில் பெண்களுக்கு சம வாய்ப்புகள் வேண்டும் என்று குரல் கொடுக்கும் முக்கிய குரல்களில் ஒருவரான இயற்பியலாளர் ரோகிணி கோட்போலே கடந்த மாதம் அக்டோபர் 25 – ஆம் தேதி புனேயில் காலமானார். அவருக்கு வயது 71.

ரோகிணி கோட்போலே பெங்களூரிலுள்ள இந்திய அறிவியல் ஆய்வு கழகத்தில் உயர் ஆற்றல் இயற்பியல் மையத்தில் தலைமை விஞ்ஞானியாக பணியாற்றி வந்தார். கடந்த முப்பது ஆண்டுகளாக துகள் இயற்பியல் என்பதன் நிலையான மாதிரி(STANDARD MODEL) மற்றும் அதன் பல்வேறு அம்சங்களை ஆராய்வதில் உலக அளவில் பேசப்படுகிறார். உயர் ஆற்றல் ஃபோட்டான்கள்

கட்டமைப்பு என்று அழைக்கப்படும் அணுவின் உள்கட்டமைப்பு ஆய்வில் பல்வேறு ஆய்வு வழிமுறைகளை கண்டறிந்து அறிவித்தவர். அவர், அடுத்த தலைமுறை எலெக்ட்ரான் பாஸிட்ரான் மோதல்களின் வடிவமைப்பிலும் தன்னுடைய பங்களிப்பை செலுத்தியுள்ளார்.

ரோகிணி கோட்போலே இந்தியாவின் மூன்று அறிவியல் அகாடமிகள் மற்றும் உலகின் சர்வதேச அறிவியல் அகாடமி ஆகியவற்றில் கௌரவ உறுப்பினராக தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டவர்.

ஸ்விட்சர்லாந்து நாட்டில் உள்ள ஜெனீவா நகரில் இந்த ஆய்வுக்கூடம் உள்ளது. (The European Organization for Nuclear Research, abbreviated as CERN (from the French 'Conseil european pour la Recherche Nuclaire' or European Council for Nuclear Research))

இந்த ஆய்வுக் கூடத்தில் சர்வதேச நேரியல் மோதல் எனும் ஆய்வில் கண்டறிவாளர் மற்றும் ஆலோசனை குழுக்களில் ரோகிணி கோட்போலே இடம் பெற்றிருந்தார். இவருடைய ஆய்வு என்ன என்பதை புரிந்து கொள்வதற்கு நமக்கு அணுக்களைப் பற்றியும் அணுக்களின் உள்ளே உள்ள துகள்கள் குறித்தும் அடிப்படை அறிவு தேவைப்படுகிறது. ஒருகாலத்தில் எல்லா பொருட்களும் அணுக்களால் ஆனவை என்று அறிவிக்கப்பட்டது. அணு என்கிற atom என்னும் சொல் கிரேக்க மொழியில் அதற்குமேல் பிரிக்க முடியாது என்னும் பொருளைக் கொண்டிருந்தது. ஒரு பொருளைப் பிளந்து கொண்டே போய் இறுதியில் நமக்கு கிடைக்கின்ற அந்த பொருளின் அம்சம் தான் அணு என்று அழைக்கப்படுகிறது.

ஆனால் காலப்போக்கில் அணுவானது எலெக்ட்ரான் நியூட்ரான் புரோட்டான் போன்றவற்றால் ஆனது என்று விஞ்ஞானிகள் கண்டறிந்தனர். பிறகும் ஒரு காலத்தில் இந்த எலக்ட்ரான்களுக்குள் துகள்கள் உள்ளன புரோட்டான்களுக்குள்ளும் துகள்கள் உள்ளன என்பதை கண்டறிந்து அறிவித்தார்கள். உதாரணமாக இது குறித்த துகள் இயற்பியல் என்பது மிகவும் ஆச்சரியமான ஒரு மாற்றத்தை கண்டறிந்து அணுக்கள் என்பவை அதற்கு மேல் பிரிக்க முடியாதவை என்கிற அறிவியல் கூற்றை பழையது ஆக்கியது. போஸான்கள் குவார்க்குகள் போன்ற அணு உறுப்புகளின் உலகிற்குள் நாம் நுழைந்தோம்.



இன்று பல வகையாக துகள்கள் அறியப்படுகின்றன. லெப்டான்கள் என்பவை எலெக்ட்ரான்களின் ஒரு வகையாக உள்ளன குவார்க்குகள். லெப்டான்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பிறகு விஞ்ஞானிகள் ஒரு பொது துகள்(standard model) மாதிரியை வெளியிட்டார்கள். நம்மை சுற்றியுள்ள அனைத்து பொருள்களும் எதனால் ஆனவை என்பதை அறிவதற்கு உலகம் இப்போது வேகமாக ஆய்வுகளில் ஈடுபட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. இந்த ஆய்வுகளை நிகழ்த்திக் காட்டி உலக அளவில் புகழ் பெற்றவர் தான் ரோகிணி கோட்போலே.

இந்த பூமியில் மட்டுமல்ல பிரபஞ்சம் முழுவதும் நான்கு வகையான விசைகள் செயல்படுகின்றன. ஈர்ப்பு விசை, மின்காந்த விசை, பலவீனமான அணுவிசை, மற்றும் பலமான அணுவிசை என்பவைதான் அவை. மரத்தில் இருந்து ஆப்பிள் கீழே விழும் பொழுது ஈர்ப்பு விசை அதன் மீது செலுத்தப்படுகிறது. ஒரு மின்சார பல்பு எரியும்

பொழுது அங்கே மின்காந்த விசை வேலை செய்கிறது. பலமான மற்றும் பலவீனமான அணு விசைகள் செயல்படுவதை நாம் கண்களால் காண முடியாது.. ஏன்? அவை அணுவுக்கு உள்ளே செயல்படுகின்றன. இந்த விஷயங்களை குறித்து ஆய்வுசெய்து உலகிற்கு அறிவித்த விஞ்ஞானி தான் ரோஹினி கோட்போலே.

பின்வரும் அனைத்து ஆய்வுகளிலும் ரோஹினி கோட்போலே பங்காற்றியுள்ளார். லார்ஜ் ஹாய்ட்ரோன் மோதல் என்று அழைக்கப்படும் CERN ஆய்வு அவற்றில் மிக மிக முக்கியமானது. CERN என்கிற ஆய்வுக் கூடத்தில் உள்ள சர்வதேச



நேரியல் மோதியோடு அவர் தொடர்புடையவர் ஐ எல் சி டிடக்டர் வடிவமைப்பு குழுக்களில் அவர் இடம் பெற்றார். இந்திய அறிவியல் அகாடமியின் பெண்களுக்கான அறிவியலை முன்னெடுக்கும் பல குழுக்களில் அவர் தலைவராக செயலாற்றி உள்ளார். இந்தியாவின் பழங்காலத்தில் இருந்து இன்று வரையிலான பல பெண் விஞ்ஞானிகளின் வாழ்க்கைக் கதைகளை 'லீலாவதியின் மகள்கள்' என்ற ஒரு தொகுப்பாக வெளியிட்டதில் அவருக்கும் பங்கு உண்டு. அவரது ஆய்வுகளில் சூப்பர் சமச்சீர்மை என்கிற கோட்பாட்டு கட்டமைப்பில் அவருடைய பங்கு பெரிதும் போற்றப்படுகிறது. இது முழு எண் சுழற்சி எனும் போசான் துகள்கள் குறித்தது அவற்றோடு பெர்மியான் என்கிற அரை முழு சுழற்சி கொண்ட துகள்களின் சமச்சீர்மையை

கொண்டு போய் இணைத்த பெருமை அவரை சாரும். சூப்பர் சமச்சீர்மையின் மீது பல சோதனைகளை அவர் நடத்தியுள்ளார்.

ஒரு சூப்பர் சமச்சீர் கோட்பாடு என்பது விசைக்கான சமன்பாடுகளுடன் பரு பொருளுக்கான சமன்பாடுகளை இணைக்கும் முயற்சி. கோட்பாட்டு மற்றும் கணித இயற்பியலில் தேர்ந்த ஒருவரால்தான் இந்த துறையில் செயல்பட முடியும். இன்று டஜன் கணக்கில் சூப்பர் சமச்சீர் கோட்பாடுகள் உள்ளன. அந்த கோட்பாடுகளில் சூப்பர் சமச்சீர் கோட்பாடு என்பது இரண்டு அடிப்படை வகைத் துகள்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி மற்றும் நேர சமச்சீர் போன்றவற்றை வகைப்படுத்துவது ஆகும். இந்த விஷயத்தில் உலக வல்லுனராக அவர் திகழ்கிறார். போஸ் ஐன்ஸ்டீன் புள்ளிவிவரங்களை பின்பற்றி அவர் யாருமே தொடாத பெர்மியான் துகள்கள் பற்றிய அற்புதமான ஆய்வுகளின் முடிவுகளை வெளியிட்டு உலகத்தின் கவனத்தை ஈர்த்தார்.

புனை பல்கலைக்கழகத்தின் சர் பரசராம் ராவ் கல்லூரியில் இயற்பியல் கணிதம் மற்றும் புள்ளியல் ஆகியவற்றில் இளங்கலை பட்டங்கள் பெற்றார். மூன்று இளங்கலை பட்டங்களை அடுத்தடுத்து வென்ற ஒரு விஞ்ஞானியாக அவர்தான் இருக்க முடியும். மும்பையிலுள்ள இந்திய தொழில்நுட்பக் கழகத்தில் தனது ஆய்வுகளின் மூலம் அவர் முனைவர் பட்டம் பெற்றார். 1979 ஆம் ஆண்டு மும்பையில் உள்ள டாடா இன்ஸ்டிடியூட் ஆஃப் ஃபண்டமெண்டல் ரிசர்ச் நிறுவனத்தில் ஒரு பேராசிரியராக இணைந்து கொண்டார். லீலாவதியின் மகள்கள் என்கிற ஒரு புத்தக முயற்சிக்காக இந்தியாவிலுடைய போராடும் பெண் விஞ்ஞானிகளின் கதைகளை அடுத்த தலைமுறைக்கு சொல்ல வேண்டும் என்கிற ஒரு போராட்டத்திற்காக அவர் கண்டிப்பாக போற்றப்பட வேண்டும்.

துகள் இயல் குறித்த இவருடைய இரண்டு பாடப் புத்தகங்கள் உலகம் முழுவதும் இன்று மாணவர்களுக்கு பாடமாக நடத்தப்படுகின்றன என்பது நமக்கெல்லாம் பெருமை. அறிவியல் தொழில்நுட்பத்திற்காக இந்திய தேசிய அறிவியல் அகாடமியின் சத்யேந்திரநாத் போஸ் பதக்கம், மேக்நாத் சாஹா பதக்கம் போன்றவற்றோடு 2019 ஆம் ஆண்டு பத்மஸ்ரீ விருதும் இவருக்கு வழங்கப்பட்டது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. ■

நிலவே முகம் காட்டு!

சந்திரனின் நிழல் விளையாட்டு



◀... முனைவர்.கு.இரவிக்குமார்

இரவு வானில் (சில சமயங்களில் பகலிலும்) சந்திரனை வானத்தில் பார்த்திருப்பீர்கள். சூரியனுடன் ஒப்பிடும்போது சந்திரன் சற்று வித்தியாசமான வடிவத்துடன் (பாதி வெளிச்சத்துடன்) இருப்பதை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். இந்த வித்தியாசமான வடிவங்களைச் சந்திரனின் பிறைகள் என்று அழைப்பது வழக்கம். அவற்றை கூர்ந்து கவனித்த பண்டைய காலத்து மக்கள், அவை சுமார் 30 நாட்களுக்கு ஒரு முறை நடைபெறும் வழக்கமான ஒரு நிகழ்வு என்று கண்டறிந்திருந்தனர்.

சந்திரனின் நிலைகளை, அமாவாசை-புதுநிலவு அல்லது மறைமதி (முற்றிலும் நிலவு தெரியாத நாள்), பெளர்ணமி-முழுமதி அல்லது நிறைமதி (முழுநிலவு நாள்) மற்றும் இதற்கு இடைப்பட்ட பகுதிகளை பிறைகள் என மூன்று விதமாக வகைப்படுத்தி வைத்திருந்தனர். இதில் அமாவாசைக்கு பின் வரும் பிறைகளை வளர் பிறைகள் என்றும், பெளர்ணமிக்கு பின் வரும் பிறைகளை தேய்பிறைகள் என்றும் பெயரிட்டு அழைத்தனர். கீழே உள்ள படங்கள் (படம் 1) சந்திரனின் இத்தகைய நிலையை காட்டுகின்றன.

பல நூற்றாண்டுகளாக மக்கள் இந்த பிறைகளுக்கான காரணங்களை கண்டறிய முயன்று வந்தனர். இதன் விளைவாக பல புராணக் கதைகளும் நாட்டார் வழக்கு கதைகளும் பல்வேறு கலாச்சாரங்களில் தோன்றி மக்களின் மனதில் ஆழமாக வேருன்றி இருந்தன. சந்திரனின் பிறைகளுக்கான அறிவியல் விளக்கங்கள் உருவாக மக்களுக்கு இரண்டு முக்கியமான மற்றும் அடிப்படை புரிதல்கள் தேவைப்பட்டிருந்தன. அவற்றில் முதன்மையானது...



வெவ்வேறு நிலைகளில் சந்திரனின் பிறைகள் மையத்தில் இருப்பது பெளர்ணமி.

● சூரியன் மற்றும் நிலவு ஆகியவை அதிஅற்புதமான சக்தி படைத்த கடவுள்களோ தேவையோ அல்ல.

● இயற்கையில் நடைபெறும் நிகழ்வுகளை உதாரணமாக நிலவின் பிறைகள், கிரகணங்கள் போன்றவற்றை இயற்கை தரவுகளில் இருந்து நம்மால் விளக்கிக் கொள்ள முடியும். அதை தாண்டி வேறொரு புறசக்தி நமக்கு தேவைப்படாது.

இந்த கருத்தாக்கங்கள் சுமார் 2,500 வருடங்களுக்கு முன்பு வாழ்ந்த தேல்ஸ் என்ற அறிஞரால் முன் மொழியப்பட்டது.

ஆனால் இதற்கு நமக்கு தரவுகள் வேண்டுமே? அது நம்மிடம் ஏராளமாக இருந்தது. பல நூற்றாண்டுகளாக நாடோடி மக்கள், விவசாயிகள் மற்றும் மீனவ மக்கள் போன்ற பல்வேறு உழைக்கும் மக்களால் நிலவு பற்றிய பல உண்மையான தகவல்கள் தொகுக்கப்பட்டு இருந்தன. அவற்றில் சந்திரன் பற்றி ஒரு சில தகவல்கள் கீழே குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன.

● சந்திரனும் சூரியனும் பூமியைச் சுற்றி வருகின்றன. இவற்றுக்கு இடைப்பட்ட காலம் சராசரியாக 12 மணிகள். (2,000 வருடங்களுக்கு முன்பு சூரிய மைய கோட்பாடு மக்களுக்குத் தெரிந்திருக்கவில்லை).

● சூரியன் மறைந்த பின்பு சந்திரன் உதிக்கிறது (அதே போல சந்திரன் மறைந்த பின்பு சூரியன் உதிக்கிறது). ஒரு சில நாட்களில் சந்திரன் உதயமாவது சற்று தாமதமாகிறது.

● சில நேரங்களில் சந்திரன் பகலிலும் தெரிகிறது, அப்பொழுது சந்திரன் சூரியனுக்கு நேர் எதிராக இருக்கிறது.

● சூரியனின் சந்திரனின் வெளிச்சங்களை ஒப்பிட்டு பார்க்கும்போது சூரியன் மிக அதிக பிரகாசமாக இருப்பது தெரிகிறது (நவீன ஆய்வுகளின் படி சூரியன் சந்திரனை விட 4 லட்சம் மடங்கு பிரகாசமானது).

● ஒரு சில நேரங்களில் முழுமையாகவும் ஒரு சில நேரங்களில் பகுதியாகவும் நிலவு தெரிவதால் கண்டிப்பாக நிலவு சூரியனைப் போன்று ஒளிரும் பொருள் அல்ல.

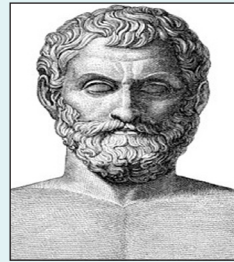
பல நூற்றாண்டு காலம் சந்திரனை நோக்கி

ஆய்வு செய்த நமது முன்னோர்கள் மேற்குறிப்பிடவாறு பல்வேறு கருத்துகளை தங்களின் அனுபவ அறிவின் மூலமாக தொகுத்து வைத்திருந்தனர். இந்த அனுபவ அறிவே பின்னாளில் அறிவியலாகப் பரிணாமம் அடைந்தது. சந்திரனின் பிறைகள் பற்றிய அறிவியல் ஆய்வை முதன்முதலில் துவக்கி வைத்தவர் 2,500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பு கிரேக்கத்தில் வாழ்ந்த அனக்ஸகோரஸ்.

வானவில், கிரகணங்கள், விண்கற்கள், சந்திரன் மற்றும் சூரியன் அகியவற்றை பற்றிய புதிர்களை அறிவியல் விளக்கங்கள் மூலம் அனக்ஸகோரஸ் தெளிவுபடுத்தினார். சந்திரன், சூரியனின் ஒளியைப் பிரதிபலிக்கிறது என்றும், தானாக அது ஒளியை உற்பத்தி செய்யவில்லை என்றும் கண்டறிந்து விளக்கியவர்களில் அவர் முதன்மையானவர். "சூரியன் சந்திரனை பிரகாசத்துடன் இருக்க தூண்டுகிறது" என்று சுமார் 2,500 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே அனக்ஸகோரஸ் கண்டறிந்து கூறியிருப்பது ஆச்சரியப்பட வைக்கிறது.

சூரியன் மற்றும் சந்திரன் இவை இரண்டும் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்திசையில் இருக்கின்றன. சந்திரன் ஆனது சூரியனின் ஒளியை ஒரு ஆடி போல எதிரொளிக்கிறது. அப்படியானால் எல்லா நாட்களிலும் சந்திரன் சூரியனது ஒளியை பிரதிபலித்துக் கொண்டிருக்க வேண்டும் அல்லவா? அது மட்டுமன்றி எப்பொழுதும் முழு வட்டமாக எதிரொளிக்க வேண்டுமே? அனக்ஸகோரஸுக்கு இது ஒரு பெரும் சவாலாக இருந்தது.

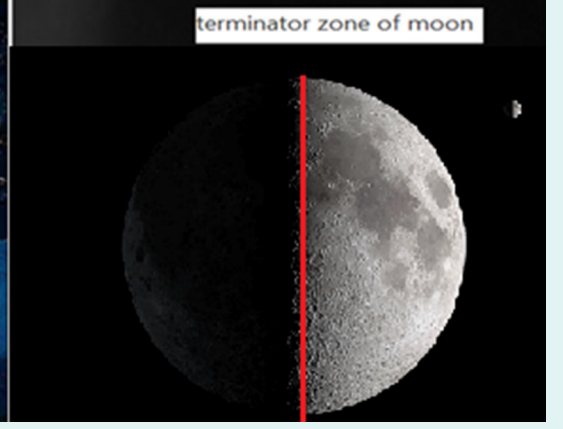
அறிவியலில் ஒரு கேள்விக்கு பதில் தெரியாத போது அதே இடத்தில் (அதாவது அதே கேள்வியில்)



தேல்ஸ்



அனக்ஸகோரஸ்



பூமியின் டெர்மினேட்டர் கோடு | சந்திரனின் டெர்மினேட்டர் கோடு

நாம் தேங்கி இருக்க கூடாது. மாறாக, வேறு ஒரு புதிய கேள்வியைக் கேட்டுக் கொள்ள வேண்டும். இதை மாற்றி யோசித்தல் என்றும் கூறுவார்கள்.

சந்திரனின் ஒரு பகுதி ஏன் வெளிச்சமாக இருக்கிறது என்று கேட்பதற்கு பதிலாக ஏன், சந்திரனின் மற்றொரு பகுதி இருளாக இருக்கிறது என்று கேள்வியை மாற்றி கேட்கலாம். காரணம் ஒரு பொருள் இருளாகத் தெரிவதற்கு அதன் மேல் வெளிச்சம் விழவில்லை என்று காலம் காலமாக நமக்குத் தெரியும். அப்படியானால் ஒரு பொருள் ஒரே சமயத்தில் அதன் ஒரு பகுதி இருளாகவும் இன்னொரு பகுதி வெளிச்சமாகவும் தெரிய வாய்ப்பிருக்கிறதா? நிச்சயமாக. நாம் விளக்கை நோக்கி நிற்கும்போது ஒரு பகுதி வெளிச்சமாகவும் அதன் எதிர் பகுதி இருளாகவும் இருப்பதைப் பார்க்கிறோம். இதே நிகழ்வுதான் பூமிக்கும் ஏற்படுகிறது அதை நாம் இரவு பகல் என்று அழைக்கின்றோம்.

மேலே குறிப்பிட்ட விளக்கத்தை, அப்படியே நாம் சந்திரனுக்குப் பொருத்திப் பார்க்கலாம். வெளிச்சமும் பகுதி சந்திரனில் பகல் பகுதியாகவும், வெளிச்சம் படாத பகுதி அதன் இரவுப் பகுதியாகும். மனிதர்களுக்கு பூமியில் இரவுப் பகுதியும் பகல் பகுதியும் தனித்தனி அனுபவங்களாக உள்ளது. ஆனால் இரவையும் பகலையும் பிரிக்கும் ஒரு கோட்டையை

மனிதர்களால் பார்க்க முடியாது. விண்ணிலிருந்து பார்க்கும்போது இந்த கோடு நமக்கு நன்கு தெரியும். இதை டெர்மினேட்டர்கோடு என்று அழைப்பார்கள். சந்திரனில் நாம் பார்ப்பது அத்தகைய ஒரு டெர்மினேட்டர் கோடுதான்.

அனக்ஸ்கோரஸ் விளக்கத்தின் படி, சந்திரனின் பிறைகள் போன்ற நிலைகள் சந்திரன், பூமி மற்றும் சூரியன் ஆகியவற்றின் மாறிவரும் நிலைகளால் ஏற்படுகின்றன. சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி வரும்போது, அதன் பல்வேறு பகுதிகள் சூரியனால் ஒளிபெறப்படுகிறது. சந்திரனின் ஒளிரும் பகுதி பூமியிலிருந்து (நாம் பார்க்கும் நிலையிலிருந்து) விலகி இருப்பதால், நமக்குப் பிறைகள் போன்ற வடிவங்கள் கிடைக்கின்றன.

சந்திரன் அதன் அச்சில் ஒரு முறை சுழல எடுத்துக் கொள்ளும் காலமும், பூமியைச் சுற்றி வர எடுத்துக் கொள்ளும் காலமும் ஏறக்குறைய ஒரே அளவாக இருப்பதினால் (27.5 நாட்கள்). சந்திரனின் ஒரே பக்கம் எப்போதும் பூமியைப் பார்த்தபடி இருக்கும். அதாவது நாம் எப்போதும் சந்திரனின் ஒரு பக்கத்தை மட்டுமே பார்க்கிறோம் அதன் அடுத்த பக்கத்தை பார்ப்பதில்லை. ஆனால் சந்திரனின் ஒரே பக்கம் எப்போதும் பூமியை நோக்கிச் செல்வதால், பெரும்பாலான நேரங்களில் ஒளிரும் சில பகுதிகள் (சந்திரனில் பகல் நேரத்தில்) நம்மிடமிருந்து விலகிச் செல்கின்றன. மேலும்,

ஒளிராத சில பகுதிகள் (சந்திரனில் இரவு நேரம்) நம்மை நோக்கி தெரிகின்றன. இது சந்திரனின் பல்வேறு பிறைகள் வடிவங்கள் உருவாக்குகிறது. இருப்பினும் சந்திரன் சுற்றும் போது இரு பக்கங்களும் சூரிய ஒளியை எதிரொளிக்கிறது, எனவே சந்திரனில் நிரந்தர இருண்ட பக்கம் என்ற ஒன்று இல்லவே இல்லை. சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி வரும்போது, சந்திரனின் ஒளிரும் பகுதி முழுமையாக ஒளிரும் நிறத்தில் (பௌர்ணமி) இருந்து முற்றிலும் இருட்டாக (அமாவாசை) மாறிவரும்.

ஒரு முழு நிலவு என்பது சந்திரனின் ஒளி பகுதி முழுவதும் பூமியை நோக்கி இருக்கும்போது காணப்படும் சந்திர கட்டம் நிலையாகும். பூமி சந்திரனுக்கும் சூரியனுக்கும் இடையில் இருக்கும் போது இந்த நிலை ஏற்படுகிறது. சுமார் ஒரு வாரத்திற்குப் பிறகு, சந்திரன் கால் நிலவு கட்டத்திற்குள் நுழைகிறது. இந்த கட்டத்தில், சந்திரன் அரை வட்டமாகத் தோன்றுகிறது, ஏனெனில் சந்திரனின் ஒளிரும் மேற்பரப்பில் பாதி மட்டுமே பூமியிலிருந்து தெரியும். பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையில் சந்திரன் நகரும்போது, பூமியிலிருந்து பார்க்கும் பக்கம் முற்றிலும் இருட்டாக இருக்கும். இது அமாவாசை நிலை என்று அழைக்கப்படுகிறது, மேலும் இந்த கட்டத்தில் நாம் பொதுவாக சந்திரனைப் பார்க்கவில்லை. அரை நிலவை விட அதிகமாக உள்ள பிறைகள் ஆங்கிலத்தில் கிப்பஸ் (gibbs) என்று அழைப்பது வழக்கம். கிப்பஸ் நிலவு கட்டத்தில், சந்திரன் பாதிக்கு மேல் ஒளிரும் ஆனால் முழுமையாக இருக்காது.

சந்திரன் அரை ஒளிக்கு குறைவாக மற்றும் ஒரு மெல்லிய கீற்று போல தெரியும் பிறைகள் ஆங்கிலத்தில் க்ரசென்ட் (crescent) என்று பெயர். சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி அனைத்து நிலைகளையும் கடந்து செல்ல சராசரியாக 30 நாட்கள் ஆகும். இந்த சுழற்சியை மாதம் என்று குறிப்பிடுகிறோம்.

அனக்ஸகோரஸ் மற்றும் அவரைத் தொடர்ந்து பல அறிவியல் அறிஞர்கள் பூமியிலும் வானிலும் நடைபெறும் பல்வேறு விஷயங்களை, தங்களின் தர்க்க அறிவை மட்டும் முதன்மைப்படுத்தி விளக்க முயற்சிக்காமல், நோக்காய்வுகளின் (observations) அடிப்படையில் உண்மைகளை கண்டறியும் ஒரு புதிய வழி முறையைக் கண்டறிந்து வழங்கினர்.

அதை தான் நாம் இன்று அறிவியல் அணுகுமுறை (scientific method) என்று அழைக்கிறோம். இது இன்று விரிவடைந்து மனித சமூகத்தின் வளர்ச்சிக்கும் முன்னேற்றத்திற்கும் ஆதாரமாக அமைந்துள்ளது.

மெழுகுவர்த்தி பிறை: அது அதன் சுற்றுப்பாதையில் நகரும்போது, சந்திரனின் ஒரு சிறிய பிளவு தெரியும். சந்திரனின் வட்டத்தன்மை காரணமாக இது ஒரு பிறை வடிவத்தை எடுக்கிறது; சூரியனால் ஒளிரும் பகுதியின் விளிம்பை மட்டுமே நாம் காண்கிறோம், மேலும் அந்த விளிம்பு ஒரு வட்டமான பொருளின் மீது இருப்பதால் அது வளைந்ததாகத் தெரிகிறது.

முதல் காலாண்டு: சந்திரனின் ஒளிரும் மேற்பரப்பில் பாதி பூமியிலிருந்து தெரியும். இது மொத்த சந்திரனின் மேற்பரப்பில் நான்கில் ஒரு பங்கு ஒளிரும் என்று சொல்வதற்கு சமம், எனவே இது குழப்பமான பெயர்.

மெழுகுவர்த்தி கிப்பஸ்: பூமியிலிருந்து தெரியும் சந்திரனின் மேற்பரப்பில் பாதிக்கும் மேற்பட்டவை ஒளிரும் போது, அதை கிப்பஸ் மூன் என்று அழைக்கிறோம்.

முழு நிலவு: சந்திரன் சூரியனிலிருந்து பூமியின் எதிர் பக்கத்தில் இருக்கும்போது, சந்திரனின் முழு பக்கமும் ஒளிரும். அதே காரணத்திற்காக ஒவ்வொரு அமாவாசைக்கும் சூரிய கிரகணங்கள் இல்லை, ஒவ்வொரு முழு நிலவுக்கும் சந்திர கிரகணங்கள் கிடைப்பதில்லை. பூமியைச் சுற்றியுள்ள சந்திரனின் சுற்றுப்பாதை சுமார் ஐந்து டிகிரி சாய்ந்துள்ளது, அதாவது சில நேரங்களில் அது நமது நிழலுக்குக் கீழே இருக்கும், சில நேரங்களில் அது அதற்கு மேலே இருக்கும். ஆனால் ஒவ்வொரு முறையும் விஷயங்கள் வரிசையாக நிற்கின்றன, இதனால் அது பூமியின் நிழலைக் கடந்து செல்கிறது, மேலும் சந்திர கிரகணத்தைப் பெறுகிறோம்.

சந்திரன், பூமி மற்றும் சூரியன் அவற்றின் சுற்றுப்பாதை வழியாகச் செல்லும்போது, சூரிய ஒளியால் ஒளிரும் சந்திரனின் பகுதி நம் பார்வைக்கு உள்ளேயும் வெளியேயும் நகர்கிறது, இது கணிக்கக்கூடிய சந்திர கட்டங்களின் தொடரை உருவாக்குகிறது. எந்தவொரு மாதத்திலும் சந்திரனின் எட்டு தனித்துவமான கட்டங்களைக்



சந்திரனின் பிறைகள்

காண்கிறோம், இது சந்திர வட்டின் எவ்வளவு பகுதி நம் கண்ணோட்டத்தில் ஒளிரும் மற்றும் சந்திரன் முழுமையாக இருப்பதை நோக்கி செல்கிறதா அல்லது விலகி செல்கிறதா? என்பதன் மூலம் வரையறுக்கப்படுகிறது.

குறைந்து வரும் கிப்பஸ்: பெளர்ணமிக்குப் பிறகு, பூமியில் இருந்து தெரியும் சந்திரனின் ஒளிரும் பகுதி குறையத் தொடங்குகிறது, அல்லது அளவு குறைகிறது. குறைந்து வரும் கிப்பஸ் கட்டத்தில், பூமியிலிருந்து தெரியும் சந்திரனின் மேற்பரப்பு இன்னும் பெரும்பாலும் ஒளிரும்.

மூன்றாவது காலாண்டு: சந்திரனின் ஒளிரும் மேற்பரப்பில் பாதி பூமியிலிருந்து தெரியும். ஒளிரும் பகுதி என்பது முதல் காலாண்டில் ஒளிராத சந்திரனின் அருகிலுள்ள பகுதியின் பாதி ஆகும்.

குறைந்து வரும் பிறை: சந்திரனின் இறுதி கட்டம் குறைந்து வரும் பிறை ஆகும், இது சந்திரனின் ஒரு சிறிய பிளவு மட்டுமே தெரியும் போது நிகழ்கிறது (சந்திரனின் புலப்படும் மேற்பரப்பின் தொலைதூர பக்கத்தில், மெழுகுவர்த்தி பிறை ஒப்பிடுமபோது) மீண்டும் அமாவாசைக்குள் மறைவதற்கு முன்பு கட்டம்.

அமாவாசை: சூரியனால் ஒளிரும் பகுதி பூமியிலிருந்து விலகி சந்திரனின் பக்கத்தில் இருப்பதால், நீங்கள் சந்திரனை எளிதில் பார்க்க முடியாதபோது இது நிகழ்கிறது. சந்திரன் சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையில் இருக்கும்போது இந்த கட்டம் நிகழ்கிறது. பூமியைச் சுற்றியுள்ள

சந்திரனின் சுற்றுப்பாதை சுமார் ஐந்து டிகிரி சாய்ந்திருப்பதால், அது பொதுவாக சூரியனுக்கு மேலே அல்லது கீழே இருக்கும். ஆனால் சில நேரங்களில் இது சூரியனுடன் நேரடியாக இணைகிறது, இது சூரியகிரகணத்தை உருவாக்குகிறது. சராசரியாக, சூரிய கிரகணம் ஆண்டுக்கு இரண்டு முதல் ஐந்து முறை வரை நிகழ்கிறது.

எட்டு முக்கிய சந்திர கட்டங்கள் உள்ளன:

சந்திரன் அதன் அச்சில் ஒரு முறை சுழல ஏறக்குறைய அதே அளவு நேரம் எடுக்கும், அதே போல் நமது வான துணை பூமியைச் சுற்றி ஒரு சுற்றுப்பாதையை முடிக்க எடுக்கும். அதாவது சந்திரனின் ஒரே பக்கம் எப்போதும் பூமியை எதிர் கொள்கிறது, இருப்பினும் சந்திரன் சுற்றும்போது இரு பக்கங்களும் ஒளிரும், எனவே சந்திரனின் நிரந்தர இருண்ட பக்கம் இல்லை.

சந்திரனை எளிதில் பார்க்க முடியாதபோது இது நிகழ்கிறது. சந்திரன் சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையில் இருக்கும்போது இந்த பிறை பகுதி உருவாகிறது சூரியனால். பூமியைச் சுற்றியுள்ள சந்திரனின் சுற்றுப்பாதை சுமார் ஐந்து டிகிரி சாய்ந்திருப்பதால், அது பொதுவாக சூரியனுக்கு மேலே அல்லது கீழே இருக்கும். ஆனால் சில நேரங்களில் இது சூரியனுடன் நேரடியாக இணைகிறது, இது சூரியகிரகணத்தை உருவாக்குகிறது. சராசரியாக, சூரிய கிரகணம் ஆண்டுக்கு இரண்டு முதல் ஐந்து முறை வரை நிகழ்கிறது.

உதவிய கட்டுரைகள்:

Understanding the phases of the Moon | Astronomy.com

Phases of the moon, facts and information (nationalgeographic.com)

An Ancient Greek Philosopher Was Exiled for Claiming the Moon Was a Rock, Not a God | Smithsonian (smithsonianmag.com)

Anaxagoras – Wikipedia

The Moon and its misconceptions – Science Learning Hub

Top Moon Questions – NASA Science

16.4: The Sun and the Earth–Moon System – Geosciences LibreTexts

நூல் அறிமுகம்

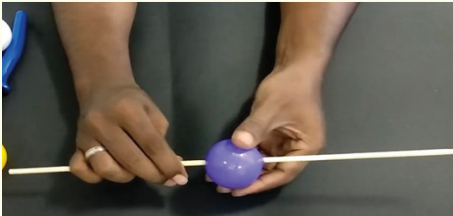
கிரகணங்களை உருவாக்கலாம் வாங்க!



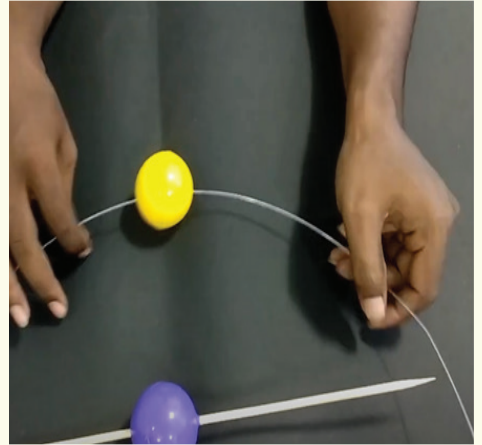
தேவையான பொருட்கள்:

- வெள்ளை, நீலம், மஞ்சள் நிற பந்துக்கள்
- உருளை வடிவில் உள்ள நீளமான மூங்கில் குச்சி
- 2 அடி நீளமுள்ள கட்டுக்கம்பி (2 துண்டுகள்)
- கம்பி கட்டர் (Wire Cutter)

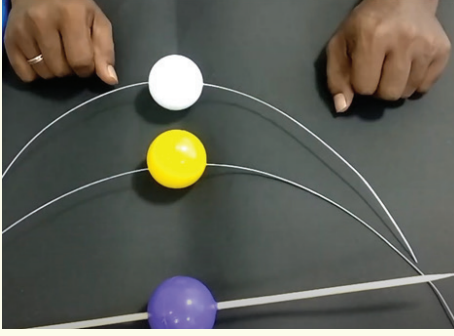
செய்முறை



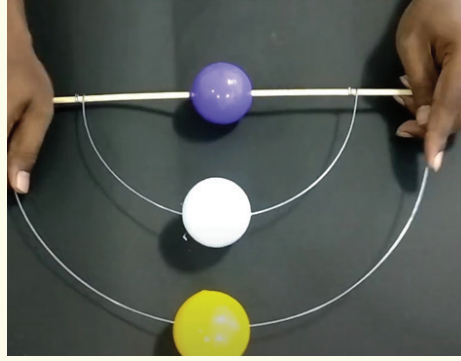
- மூங்கில் குச்சியின் மையத்திற்கு நீலநிற பந்தை நுழைக்கவும்.



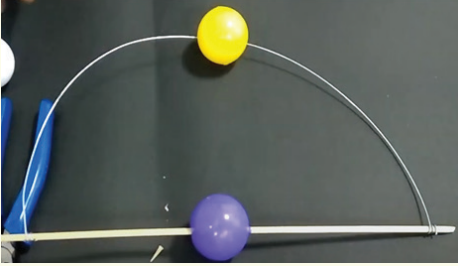
- கட்டுக்கம்பியில் மஞ்சள் நிறப் பந்தை நுழைக்கவும்.



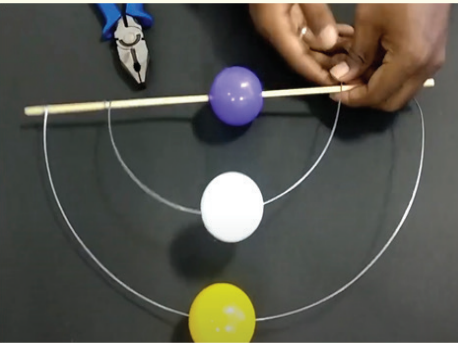
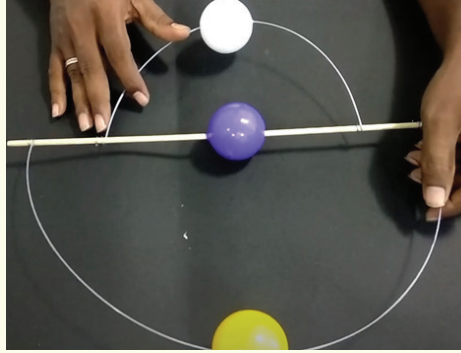
- மற்றொரு கட்டுக்கம்பியில் வெள்ளை நிறப்பந்தை நுழைக்கவும்.



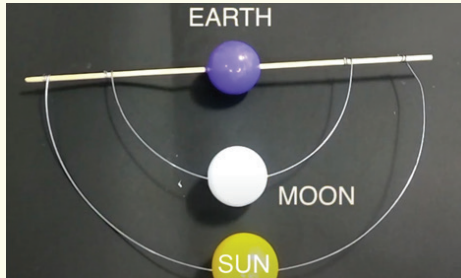
- இப்போது மாதிரி தயார்.



- மஞ்சள் நிறப்பந்து உள்ள கம்பியின் இரண்டு முனைகளையும் மூங்கில் குச்சியின் இரண்டு ஓரங்களிலும் கம்பி கட்டர் உதவியுடன் முடுக்கி விடவும்.



- வெள்ளை நிறப்பந்து உள்ள கம்பியை படத்தில் உள்ளது போல மஞ்சள் மற்றும் நீல பந்துக்கு இடையில் வரும்படி குச்சியில் முடுக்க வேண்டும்.



- வெள்ளை நிறப்பந்து உள்ள கம்பியை சுழற்றுவது மூலம் சூரிய மற்றும் சந்திர கிரகங்கள் உருவாவதை எளிமையாக விளக்கலாம்.

**வானியலுக்கென்றே முதல் முதலாய் ஒரு செயல்பாட்டுப் புத்தகம்...
ஹெண்ட்ஸ் ஆன் அஸ்ட்ரானமி, ஆசிரியர் எம்.ஜெகதீஸ்வரன்,
முழு வண்ணப் புத்தகம், விலை: ₹250/-
புத்தகத் தேவைக்கு : 98409 69757**

இயற்கையின் மரபணு பொறியியல்



«... நன்மாறன் திருநாவுக்கரசு,
எழுத்தாளர், சென்னை

மரபணுக்கள் ஆச்சரியம் நிறைந்தவை. ஓர் உயிரினத்தை உருவாக்குவதற்கான ரகசியத்தைக் கொண்டிருப்பவை. மனித உடலில் ஏற்படும் நோய்மையையும் வயோதிகத்தையும் தடுக்க மரபணுக்களை மாற்றியமைக்கும் பல்வேறு ஆராய்ச்சிகளை விஞ்ஞானிகள் செய்து வருகின்றனர். இதனை மரபணு பொறியியல் என்கிறோம். இதற்காக CRISPR போன்ற பல தொழில்நுட்பங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. ஆனால் மனிதர்கள் உதவியில்லாமல் இயற்கையே இதுபோன்ற மரபணுக்களை மாற்றியமைக்கும் மாயாஜாலத்தைச் செய்கிறது.

முதலில் மரபணு என்றால் என்ன? மரபணு என்பது டி.என்., ஏவின் குறிப்பிட்ட தொகுப்பு. இந்தத் தொகுப்பு உயிரினங்களின் உடல் பண்புகளை நிர்வகிக்கும் குறிப்பைக் கொண்டிருக்கும். உதாரணமாக நாம் சாப்பிடும் உணவை ஜீரணிக்க பெப்ஸின் எனும் புரதம் தேவை. அந்தப் புரதத்தை தயாரிக்கும் குறிப்பை PGA3 எனும் மரபணுதான் கொண்டிருக்கும். உங்கள் கண் நீல நிறத்தில் இருக்கிறதா? இதற்கான தகவலையும் நம் உடலில் உள்ள மரபணுதான் வைத்திருக்கும்.

ஓர் உயிரினம் பிறக்கும்போதே பெற்றோரிடம் இருந்து அதற்குத் தேவையான அத்தனை மரபணுக்களும் சென்றுவிடுகின்றன. இதனை செங்குத்து மரபணு பரிமாற்றம் (Vertical Gene Transfer) என அழைப்பர். ஒரு குறிப்பிட்ட உயிரினத்தின் மரபணுக்கள் பெற்றோரிடம்



மரபணு பொறியியல்

இருந்து அதன் வாரிசுகளுக்குச் செல்வதுதான் இயல்பு. ஆனால் சில சமயங்களில் ஓர் உயிரினத்தின் மரபணு அதனுடன் தொடர்பில்லாத வேறு ஒரு உயிரினத்திற்கும் செல்ல வாய்ப்புண்டு. இதனை கிடைமட்ட மரபணு பரிமாற்றம் (Horizontal Gene Transfer) என்பர்.

பொதுவாக ஒற்றைச் செல் உயிரினங்களான தொல்லுட்கரு உயிரிகளில் (Prokaryotic Cells) இந்த வகை மரபணு பரிமாற்றம் அதிக அளவில் நடப்பதுண்டு. புரோகரியோடிக் உயிரிகள் விலங்குகளைப்போல இனப்பெருக்கம் செய்யாது. உடலை இரண்டாக பிளந்துதான் (Binary Fission) அடுத்த தலைமுறையை உருவாக்கும். இதேபோல அந்த உயிரிகள் பின்பற்றும் மற்றொருமுறை மரபணுமாற்றம் (transformation).

இந்தமுறையின்படி ஒரு புரோகெரியோட் உயிரி வெளியே உள்ள மரபணுப் பொருளை (Genetic Material) உட்கிரகித்து அதன் பண்பை பெற்றுக் கொள்ளும். அதேபோல பாலினப்பெருக்க இணைவு (Conjugation) எனும் மற்றொரு செயல்பாடும் இருக்கிறது. இதன்படி புரோகெரியோட் உயிரி மற்றொரு புரோகெரியோட் உயிரியிடம் தான் பெற்ற மரபணுவை பகிர்ந்துகொள்ளும்.

இவையெல்லாம் புரோகெரியோட் உயிரிகளில் ஏற்படும் கிடைமட்ட மரபணு பரிமாற்றங்கள். இத்தகைய பரிமாற்றங்களால்தான் பல பாக்டீரியாக்கள் நாம் தயாரிக்கும் தடுப்பு மருந்துகளில் இருந்து தங்களைத் தற்காத்துக்கொள்ளும் தன்மையை வளர்த்துள்ளன.

அதற்காக புரோகெரியோட் உயிரிகள் மட்டுமே இதுபோன்ற சித்து வேலைகளில் ஈடுபடும் என்று சொல்ல முடியாது. உண்மை உட்கரு உயிரிகள் (Eukaryote) என அறியப்படும் யூகேரியோட் உயிரிகளும் இவ்வாறு செய்யும். பெயரைப் பார்த்தவுடன் பயந்துவிட வேண்டாம். உட்கருவை (Nucleus) கொண்ட உயிரினங்களைத்தான் இவ்வாறு நாம் அழைக்கிறோம். ஒற்றைச் செல் அயீபாக்களில் இருந்து மனிதர்கள் வரை பெரும்பாலான உயிரினங்கள் இந்த வகையில் அடங்கும்.

யூகிரியோட் உயிரினங்களில் தாவரங்கள் இவ்வாறு கிடைமட்ட மரபணு பரிமாற்றத்தில் ஈடுபடுவது உண்டு. குறிப்பாக Dipetris Conjugata என அறியப்படும் ஒரு வகை பெரணிகள் (Ferns) இந்த வகையில் கில்லாடி.



மின்சார விலாங்கு மீன்

பல லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு மேற்கூறிய பெரணி வகைக்கு பெரும் ஆபத்து ஏற்பட்டது. Angiosperms என அறியப்படும் பூப்பூக்கும் தாவரங்கள் பரிணமித்து உலகம் முழுவதும் பரவின. இதனால் பெரணிகளுக்குப் பெரிய அச்சுறுத்தல் ஏற்பட்டது. பூப்பூக்கும் தாவரங்களின் வளர்ச்சியால் போதுமான சூரிய ஒளி பெரணிகளுக்குக் கிடைக்கவில்லை. கிடைக்கும் குறைந்த ஒளியை வைத்துக்கொண்டு ஒன்று உயிர் வாழ வேண்டும் அல்லது சாக வேண்டும் என்கிற இக்கட்டான சூழல்.

இந்தச் சமயத்தில்தான் எங்கிருந்தோ வந்த ஒரு மரபணு, பெரணிகளின் டி.என்.ஏவில் ஐக்கியமாகி அந்த தாவர வகைகளுக்கு குறைந்த சூரிய ஒளியில் பிழைத்திருக்கும் ஆற்றலை உருவாக்கிக் கொடுத்தன. அந்த ஒரே ஒரு மரபணு, பெரணிகளின் ஒட்டுமொத்த சரித்திரத்தையும் மாற்றி எழுதியது. இதன்பின் பெரணிகள் அந்த மரபணுவை செங்குத்து மரபணு பரிமாற்றம் மூலம் அடுத்தடுத்த தலைமுறைக்கு அனுப்பி இன்று அந்தத் தன்மை அந்தச் செடிகளின் இயல்பாகவே நிலைத்துவிட்டது.

சரி, மேற்கூறிய பெரணிகளுக்கு எங்கிருந்து அந்த மரபணு கிடைத்தது? விஞ்ஞானிகள் 40 வகையான தாவரங்களின் மரபணுத் தொகுப்புகளை (Genome) ஆராய்ந்ததில், நிழலில் பிழைக்கும் தன்மையைக் தரும் மரபணு, ஹார்ன்வார்ட் (Hornwort) எனும் தாவரத்தில் இருப்பது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

இதை மேலும் ஆராய்ந்தபோது சுமார் 179 மில்லியன் ஆண்டுகளுக்கு முன்பு ஹார்ன்வார்ட்டும் இருந்துதான் பெரணிகளுக்கு அந்த மரபணு சென்றிருப்பது தெரியவந்தது. இதுதான் தாவரங்களுக்கு இடையில் கிடைமட்ட மரபணு பரிமாற்றம் நடைபெற்றதற்கான முதல் சான்று. ஆனால் இன்னொரு கேள்வியும் வருகிறது. எப்படி ஒரு தாவரத்தில் இருந்து இன்னொரு தாவரத்திற்கு மரபணு பயணித்திருக்க முடியும்?

பெரணிகளுக்கும் ஹார்ன்வார்டுக்கும் விதைகள் கிடையாது. அவை வித்துக்கள் (Spores) மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யும் முறையைக் கொண்டுள்ளன. இந்த வித்துக்கள் காற்றில் அடித்துச் சென்று ஈரப்பதமுள்ள இடத்தில் விழுந்து, கேமீட்டக தாவரமாக (Gametophyte) உருமாறும். இந்த கேமீட்டக தாவரங்கள் விந்தணுக்களையும், கருமுட்டைகளையும் அருகில் உள்ள நீர்க்குட்டைகளில் வெளியேற்றும். இப்போது விந்தணுக்கள் கருமுட்டையுடன் இணைந்து புதிய தாவரமாக வளரும். இப்படித்தான் பெரணிகளும் ஹார்ன்வார்ட்களும் தனித்தனியாக இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.

ஆனால் இந்த இரு செடிகளின் விந்தணுக்களும் கருமுட்டைகளும் ஒரே குட்டையில் விடப்பட்ட சூழல் உருவானபோது அவை தனக்குரிய விந்தணுக்களுடனும் கருமுட்டைகளுடனும் சேராமல், மற்ற செடியின் விந்தணுக்களுடனும் கருமுட்டைகளுடன் சேர்ந்துள்ளன. இதனால் ஹார்ன்வார்ட்டிடம் இருந்து பெரணிகளுக்கு மரபணு பரிமாற்றம் நிகழ்ந்துள்ளது. இப்படித்தான் பெரணிகள் தன்னிடம் இல்லாத புதிய பண்பை பெற்றிருக்கிறது என விஞ்ஞானிகள் கூறுகின்றனர்.

சொல்லப்போனால் மனிதர்கள் தலையீட்டாலும் தாவரங்களிடையே மரபணுக்கள் கலப்பு நிகழ்வதுண்டு. கலப்பினமாக்கல் (Hybridization) முறையில் நெருங்கிய இனத்தைச் சேர்ந்த இரு தாவரங்களை மகரந்த சேர்க்கையில் ஈடுபடுத்தி இரு தாவரங்களின் பண்புகளையும் பெறும் வேலையை விவசாயிகள் செய்து வருகின்றனர். நாம் சாப்பிடும் ஸ்ட்ராபெரி பழ வகை இவ்வாறு உருவான ஒன்றுதான். இந்தியாவில் பல வகை அரிசிகள், தானியங்கள், காய்கறிகள் இந்த வகையில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

ஆனால் குறிப்பிட்ட ஒரு மரபணுவை மட்டும் ஒரு தாவரத்தில் இருந்து பெறுவது என்பது மேலே கூறிய கலப்பினமாக்கலில் வராது.

இதேபோல ஒரு தாவரத்தின் பாகத்தை மற்றொரு தாவரத்தின் பாகத்துடன் இணைத்து வளரவிடுவதை ஒட்டுப்போடுதல் (Grafting) எனச் சொல்வோம். அப்போது புதிதாக வளரும் தாவரத்திற்கு இரு தாவரங்களின் மரபணுக்களில் இருந்தும் சில பண்புகள் கிடைக்கும். இதனையும் நாம் கிடைமட்ட மரபணு பரிமாற்றத்தில் அடக்கலாம்.

இவ்வாறு தாவரங்களில் பல வகையில் இது சாத்தியமாகிறது.

ஆனால் விலங்குகளில் இது சாத்தியமா? சாத்தியம் என்கின்றனர் ஆய்வாளர்கள்.

BovB எனப்படும் மரபணு பாம்பில் இருந்து தவளைகளுக்கு கிடைமட்ட மரபணு பரிமாற்றம் மூலம் சென்றுள்ளது. இது எவ்வாறு என்று விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்தபோது இந்த மரபணு பரிமாற்றம் நேரடியாக நடைபெறவில்லை. மாறாக, BovB மரபணு பாம்பிடம் இருந்து அதன் உடலில் இருந்த ஒட்டுணிகளுக்கு முதலில் சென்று, பின் அங்கிருந்து தவளைகளுக்குப் பரவியுள்ளது.

இதன் மூலம் கிடைமட்ட மரபணு பரிமாற்றம் இரண்டு உயிரினங்களுக்கு இடையே நேரடியாக இல்லாமல் ஒட்டுண்ணி போன்ற மூன்றாம் நபர் தலையீட்டின் மூலமும் நடைபெற வாய்ப்புள்ளது என உறுதியாகியுள்ளது. இன்னொரு குறிப்பிடக்கூடிய விஷயம் இந்த BovB இன் இடமாற்றத்தால் தவளைகளுக்கு எதுவும் பலனில்லை என்பதுதான்.

ஆனால் பலனளிக்கும் விதமாகவும் மரபணு இடமாற்றம் நடைபெறுகிறது. AFP என அழைக்கப்படும் Antifreeze Protein ஓர் உதாரணம். இந்த புரதத்தின் ஒரே வேலை மிகவும் குளிர்ந்த இடங்களில் வாழும் உயிரினங்களைப் பாதுகாப்பதுதான். மிகுந்த குளிரில் தண்ணீர் உறைவதைப்போல ஊயிரினங்களின் உடலில் ரத்தமோ வேறு திரவமோ உறைந்தால் அவை இறந்துவிடும் இல்லையா? அவ்வாறு நிகழாமல் இருப்பதை உறுதி செய்வதுதான் AFP இன் வேலை. ஆர்டிக், அண்டார்டிக் பெருங்கடலில் வாழும் மீன்களுக்கு இந்த வகை மரபணுக்கள் உதவியாக இருக்கின்றன.

இந்த மரபணு ஹெர்ரிங் (Herring) எனும் மீனில் இருந்து நெத்திலி போன்ற உருவத்தில் இருக்கும் ஸ்மெல்ட் (Smelt) எனும் மீனின் உடலுக்குப் பரிமாறப்பட்டுள்ளது. விஞ்ஞானிகள் இந்த இரு மீன்களையும் பிடித்து ஆராய்ந்ததில் ஹெர்ரிங் மீனின் உடலில் இந்த மரபணுவின் எட்டுப் பிரதிகளையும், ஸ்மெல்ட் மீனின் உடலில் ஒரு பிரதியையும் கண்டறிந்தனர்.

சரி, இந்த மீன்களுக்கு இடையில் எப்படி மரபணுக்கள் சென்றிருக்கும்? கடல் என்பது பல

மீன்களின் உயிரணுக்களும் கருமுட்டைகளும் நிரம்பி வழியும் இடம். அதனால் நாம் முன்பே பார்த்ததுபோல ஹெர்ரிங் மீனின் விந்தணுக்கள் ஸ்மெல்டின் கருமுட்டைக்குள் சென்றிருக்கலாம் எனத் தோன்றலாம். ஆனால் அதற்கு வாய்ப்பில்லை என்கின்றனர் விஞ்ஞானிகள்.

மீன்களும் தவளைகளும் சிக்கலான உடல் அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன. அதனால் ஏனோதானோ என அவற்றுள் மரபணுக்கள் பரிமாறப்படுவதில்லை. வேறு ஏதோ வெளிப்புறக் காரணியால் இத்தகைய மாற்றம் சாத்தியமாகி யிருக்கும் எனத் தேடினர். அப்போதுதான் அவர்களுக்கு வேறொரு புறக்காரணியின் உதவி இருந்தது தெரிய வந்தது. அதுதான் மின்சாரம்.

ஆம், இதனை மின்னுவாயாக்கம் (Electroporation) என்கின்றனர். ஒரு செல் மின்சாரத்தால் பாதிப்புக்குள்ளாகும்போது அதன் உடலில் சில தற்காலிக துவாரங்கள் உருவாகும். அதன் வழியாக மரபணு பொருட்கள் பயணிக்க வாய்ப்புண்டு. இந்த மின்னுவாயாக்கம் முறையைப் பயன்படுத்தித்தான் விஞ்ஞானிகள் சோதனைக் கூடங்களில் வளர்க்கும் செல்கள், எலிகளின் உடலில் மரபணுக்களை சேர்ப்பதையும் நீக்குவதையும் செய்கின்றனர். இதேவகையில்தான் மீன்களின் உடலில் மரபணு பரிமாற்றம் நடந்திருக்கலாம் என விஞ்ஞானிகள் ஊகித்தனர்.

ஆனால் கடலில் மின்சாரத்திற்கு எங்கே செல்வது? சோதனைக்கூடம் என்றால் மின்சாரத்தை நாமே உருவாக்கலாம். ஆனால் ஆழ்கடலில்? இங்கேதான் மின் விலாங்கு (Electric Eels) மீன்கள் உதவிக்கு வருகின்றன.

விஞ்ஞானிகள் சில ஜீப்ரா மீன் குஞ்சுகளை ஒரு தொட்டியில் விட்டனர். அத்துடன் இருளில் பச்சை நிறத்தில் ஒளிரும் தன்மையை தரும் GFP புரதத்தை உருவாக்கும் மரபணுக்களையும் நீரில் விட்டனர். ஒருவேளை மீன்குஞ்சுகளால் உடலில் அந்த மரபணுக்களை ஏற்றுக்கொள்ள முடிந்தால் அது இருளில் பச்சை நிறத்தில் ஒளிரும் தன்மையைப் பெறும். ஆனால் இதனை நிகழ்த்துவது மின்சாரம்தானா என உறுதி செய்ய அதே தொட்டியில் மின்சார விலாங்கு மீனையும் விட்டனர்.

அந்தத் தொட்டியைக் கவனித்தத்தில் விலாங்கு மீன் தனது இரையை வேட்டையாட மின்சாரத்தை வெளிப்படுத்தியது. இந்த மின்சாரம் ஜீப்ரா மீன் குஞ்சுகளின் உடலையும் பாதித்தது. இதன் மூலம்

மின்னுவாயாக்கம் நடைபெற்று, மரபணுக்கள் பரிமாற்றம் நிகழ்ந்து, அவை பச்சை நிறத்தில் ஒளிரும் தன்மையைப் பெற்றன. இதை மேலும் உறுதி செய்ய இன்னொரு தொட்டியில் மின்சார விலாங்கு இல்லாமல் ஜீப்ரா மீன்களும், மரபணுவும் விடப்பட்டன. ஆனால் அந்தத் தொட்டியில் எந்த மாற்றமும் இல்லை.

இதன் மூலம் மின்சார விலாங்கு மீன்கள்தான் கடலில் பல டி.என்., ஏக்களை பல்வேறு கடல் உயிரினங்களின் உடலில் செலுத்தி கிடைமட்ட மரபணு பரிமாற்றம் நிகழ உதவி செய்து வந்திருக்கிறது என உறுதியானது. இந்தக் கண்டுபிடிப்பை வைத்து ஸ்லோவேனியாவை சேர்ந்த வேறு விஞ்ஞானிகள் பூமியில் மின்னல் வெட்டும்போதும் கூட மின்னுவாயாக்கம் ஏற்பட்டு இதுபோன்ற மரபணு பரிமாற்றம் ஏற்படலாம் என்று கூறுகின்றனர்.

உண்மையில், மனிதர்கள் மட்டுமே அதிநவீனத் தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்தி இதுபோன்ற அதிசயங்களை நிகழ்த்த முடியும் என்று நாம் நினைத்து வந்த வேளையில், இயற்கையே அதற்கான சூழலை உருவாக்கி தருவது ஆச்சரியமூட்டுகிறது. இதனை நாம் மேலும் ஆராய்வதன் மூலம் மனிதர்களுக்குப் பயன்படும் வகையில் மரபணு பரிமாற்றம் செய்யும் வேறு வழிகளையும் நாம் கண்டறியலாம் என விஞ்ஞானிகள் கூறுகின்றனர்.

இதை வைத்து மனித உடலில் தோன்றும் புற்றுநோய் போன்ற கிருமிகளை அழிப்பதற்கும், மனித ஆயுளை அதிகரிப்பதற்கும் சாத்தியக்கூறுகள் நமக்கு கிடைக்கலாம் என்கின்றனர். ஓர் உயிரினத்தில் தேவையில்லாமல் இருக்கும் ஒரு மரபணு, மற்றொரு உயிரினத்திற்குப் பொக்கிஷமாக இருக்கலாம் இல்லையா?

உதவிய கட்டுரைகள்:

[nature.com/scitable/definition/eukaryote-eucariote-294/](https://www.nature.com/scitable/definition/eukaryote-eucariote-294/)

[ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9555858/](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9555858/)

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-15149-4>

pubmed.ncbi.nlm.nih.gov

linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168952521000512

மிதக்கும் தங்கம் - அம்பர்கிரிஸ்!



«... டாக்டர் வீ.எஸ். சந்திரசேகரன்
முதன்மை வீஞ்ஞான் (ஓய்வு)

என்ன மிதக்கும் தங்கமா? தங்கம் கரங்கத்திலிருந்துதான் வெட்டி எடுப்பதாகப் படித்திருக்கிறோம். இது என்ன மிதக்கும் தங்கம்?

அம்பர்கிரிஸ் அல்லது கிரே அம்பர் என்றழைக்கப்படும் ஒரு பொருள் பொதுவாக “மிதக்கும் தங்கம்” என்று அழைக்கப்படுகிறது. கடல்

மற்றும் பெருங்கடல்களில் மிதக்கும் இப் பொருள் சர்வதேச சந்தையில் அதிக விலைக்கு விற்கப்படுகிறது.

அம்பர்கிரிஸ் என்பது விந்தணு திமிங்கலங்கள் (Sperm Whales) மற்றும் பிக்மி விந்து திமிங்கலங்கள் Pygmy Sperm Whales (Kogia Breviceps) ஆகியவற்றின் செரிமான அமைப்பில் உற்பத்தி செய்யப்படும் சாம்பல் அல்லது கருப்பு நிறத்தில் திடமான, மெழுகு போன்ற எரியக்கூடிய ஒரு பொருளாகும்.

விந்தணு திமிங்கிலம் என்பது உலகப் பெருங்கடல்களின் ஆழமான பகுதிகளில்

காணப்படும் பல திமிங்கில வகைகளில் மிகப்பெரியது. இந்தியாவில், பல கடலோர மாநிலங்களில் இருந்து இவை உயிருடன் கடலில் நீந்திச் செல்வதையும் மற்றும் இறந்த நிலையில் கடற்கரையோரம் ஒதுங்கிக் கிடந்ததையும் பார்த்தது பற்றி பல தகவல்கள் பதிவாகி உள்ளன.

சமீப காலமாக, இந்தியாவில் விந்தணு திமிங்கலங்களிலிருந்து பெறப்பட்ட அம்பர்கிரிஸின் சட்டவிரோத வர்த்தகம் அதிகரித்து வருகிறது. புதிதாக உற்பத்தி செய்யப்படும் அம்பர்கிரிஸ் கடல் மற்றும் மனிதக் கழிவு வாசனையைக் கொண்டுள்ளது. இது நாட்கள் செல்லச் செல்ல ஒரு இனிமையான மண் வாசனையைப் பெறுகிறது, பொதுவாக ஐசோபுரோபைல் ஆல்கஹாலின் நறுமணத்துடன் இதன் வாசனையை ஒப்பிடலாம்.

அம்பர்கிரிஸ் வாசனை திரவியம் தயாரிப்பாளர்களால் மிகவும் மதிப்புமிக்க பொருளாக இது கருதப்படுகிறது. இது வாசனை திரவிங்களை நீண்ட நேரம் சிறந்த வாசனையை வீச உதவுகிறது. ஆனாலும் சமீப காலங்களில், இது பெரும்பாலும் செயற்கை அம்பராக்சைடு



விந்தணு திமிங்கிலங்கள்

என்ற வேதிப் பொருளால் மாற்றப்பட்டது. நாய்கள் அம்பர்கிரிஸின் வாசனையால் ஈர்க்கப்படுவதால் சில சமயங்களில் அம்பர்கிரிஸ் தேடுபவர்களால் நாய்கள் அவற்றை மோப்பம் கொண்டு கடற்கரையோரம் மணலில் புதைந்து கிடந்தால் கண்டுபிடிக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

விந்தணு திமிங்கலத்தின் குடலில் உள்ள பித்த நாளத்தின் சுரப்பிலிருந்து ஆம்பர்கிரிஸ் உருவாகிறது.

இது சில நேரங்களில் இறந்த விந்தணு திமிங்கலங்களின் வயிற்றில் காணப்படுகிறது. அம்பர்கிரிஸின்

உள்ளே ராட்சச கணவாய் மீன்களின் கொடுக்குகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் விஞ்ஞானிகள் திமிங்கலத்தின் இரைப்பைக் குழாயால் அது சாப்பிட்டிருக்கக்கூடிய கடினமான, கூர்மையான

பொருட்களைக் குடலில் எளிதாக எளிதாகச் செல்ல இந்த மெழுகு போன்ற பொருள் அதன் குடலில் சுரந்து அவற்றின் குடல் கிழிந்து

போகாமல் இருக்க இயற்கை அளித்துள்ள வரமாகக் கருதுகின்றனர்.

அம்பர்கிரிஸ் மலம் கழிப்பது போல திமிங்கலத்தின் உடலில் இருந்து வெளியேறலாம் அல்லது குடல் வழியாக செல்ல முடியாத அளவுக்குப் பெரிய அம்பர்கிரிஸ் எனில் வாய் வழியாக வெளியேற்றப்பட்டிருக்கலாம் என்று ஊகிக்கப்படுகிறது.

ஒரு திமிங்கலத்தின் பெருங்குடலில் குடல் புழுக்கள் மற்றும் கணவாய் மீனின் செரிமானம் ஆகாத பகுதிகளின் அடைப்பினால் பெரிதாகி, திமிங்கிலம் மரணம் அடைந்தபின் கடல் நீரில் வெளியேற்றப்பட்டிருக்கலாம், என்று மற்றொரு கோட்பாடு கூறுகிறது. எப்படி இருந்தாலும் அம்பர்கிரிஸ் உருவாக பல ஆண்டுகள் ஆகும்.

“ஃப்ளோட்டிங்க் கோல்ட்: எ நேச்சரல் ஹிஸ்டரி ஆஃப் ஆம்பர்கிரிஸ்” என்ற புத்தகத்தின் ஆசிரியர் கிறிஸ்டோபர் கெம்ப், இது விந்தணு திமிங்கிலங்களினால் மட்டுமே உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது என்றும், உலகிலுள்ள



வாசனை திரவியங்களில் அம்பர்கிரிஸ்



அம்பர்கிரிஸ் திட நிலையில்

விந்தணு திமிங்கிலங்களில் ஒரு சதவீதம் திமிங்கிலங்களினால் மட்டுமே உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது என்றும் கூறுகிறார். அம்பர்கிரிஸ் அரிதானது: ஒரு முறை திமிங்கிலத்தால் வெளியேற்றப்பட்டால், அது பல ஆண்டுகளாக கடல் நீரில் மிதக்கும். அம்பர்கிரிஸ் கண்டுபிடிப்பதற்கான மிகக் குறைந்த வாய்ப்புக்கள் மற்றும் சட்டப் பூர்வத் தெளிவின்மை ஆகியவை வாசனைத் திரவியங்கள் தயாரிப்பவர்களை அம்பர்கிரிஸிலிருந்து விலக்கி வைத்தன.

அதாவது அம்பர்கிரிஸ் போன்ற குணாதிசயங்கள் கொண்ட மற்ற வேதியியல் பொருள்களை அம்பர்கிரிஸுக்குப் பதிலாக பயன்படுத்தி வந்தனர்.

அம்பர்கிரிஸ் மிகவும் விலை உயர்ந்தது.; ஒரு கிலோ 1.5 கோடி ரூபாய் முதல் 2 கோடி ரூபாய் வரைக்கும் மதிப்புள்ளது. 2021 ஆம் ஆண்டில், கேரளாவில் அம்பர்கிரிஸ் தொடர்பான ஐந்து வழக்குகள் பதிவாகி உள்ளன.

அம்பர்கிரிஸை அடையாளம் காண சில அனுபவங்கள் தேவைப்படுகின்றன. ஏனெனில் கடற்கரைகளில் பல பொருட்கள் கரை ஒதுங்கிக் கிடக்கும். அவற்றின் நிறம், அமைப்பு மற்றும் அடர்த்தி ஆகியவை அச்சு அசலாக

அம்பர்கிரிஸைப் போலவே இருக்கும். பாரஃபின் துண்டுகள் மற்றும் பாமாயில் தொகுதிகள் அல்லது கழிவு நீரிலிருந்து வரும் கொழுப்புத் தொகுதிகள் போன்ற சில திடப்படுத்தப்பட்ட கொழுப்புப் பொருட்களை அம்பர்கிரிஸ் என்று எளிதாக தவறாக அடையாளம் காண வாய்ப்புகள் அதிகம்.

உலகமெங்கும் கடற்பகுதிகளில் விந்தணு திமிங்கிலங்களின் எண்ணிக்கை குறைந்து வருகின்றது. 19 மற்றும் 20 ஆம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில், அம்பர்கிரிஸ் மற்றும் எண்ணெய் மற்றும் பிற மதிப்புமிக்க பொருட்களைத் தயாரிக்க விந்தணு திமிங்கிலங்கள் பெருமளவில் வேட்டையாடப்பட்டுவிட்டன. இதன் காரணமாக அவற்றின் எண்ணிக்கை பெருமளவுக்குக் குறைந்து விட்டது. இதனால் சர்வதேச அளவில் திமிங்கில வேட்டைக்கு தடைகள் விதித்து சட்டங்கள் இயற்றப்பட்டன. 2022 ஆம் ஆண்டு நடத்தப்பட்ட ஆய்வறிக்கையில் விந்தணு திமிங்கிலங்களின் எண்ணிக்கை 850,000 என மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. இது கடந்த 310 ஆண்டுகளில் 57% திமிங்கிலங்களின் எண்ணிக்கை குறைந்துள்ளதைக் காட்டுகின்றது.

இதே நேரத்தில் இந்திய வனவிலங்கு (பாதுகாப்பு) சட்டம் 1972 இன் அட்டவணை II இன் கீழ் விந்தணு திமிங்கிலம் பாதுகாக்கப்பட்டுள்ளது. எனவே இந்தியாவில் அம்பர்கிரிஸை விற்பது, கைமாற்றி விடுவது, வைத்திருப்பது

அல்லது வர்த்தகம் செய்வது என்பவை சட்ட விரோதமானவை.

விந்தணு திமிங்கிலங்கள் மட்டுமின்றி மற்ற அனைத்து வகை கடல் வாழ் உயிரினங்களான திமிங்கிலம் மற்றும் பல பாலூட்டி வகை உயிரினங்களை பாதுகாப்பதின் மூலம் அவற்றால் காலநிலை மாற்றத்தின் தாக்கத்தைக் குறைக்க முடியும்.

சூழலியல் ஓர் அந்ர்வியலாக..!



முனைவர் கண்ணன் வைத்தியநாதன்,
வனவிலங்கு உயிரியலாளர்



சூழலியலாளர்கள் இயற்கையில் உள்ள உயிரினங்களின் செயல்பாடு மற்றும் அவை வாழும் சூழல்களை ஆய்வு செய்கின்றனர். சில சூழலியலாளர்கள் குறிப்பாக நடைமுறை சுற்றுச்சூழல் பிரச்சனைகளுக்கு சூழலியல் கொள்கைகளை பயன்படுத்துவதில் அக்கறை கொண்டுள்ளனர். சில நேரங்களில் அடிப்படை மற்றும் பயன்பாட்டு சூழலியலுக்கு இடையிலான வேறுபாடு மங்கலாகிறது ஒரு குறிப்பிட்ட பயன்பாட்டு சிக்கலுக்கான தீர்வு சுற்றுச்சூழல் அமைப்புகளைப் பற்றிய அடிப்படை அறிவை வெளிப்படுத்தும் போது. அடிப்படை மற்றும் பயன்பாட்டு சூழலியல் இவை இரண்டிலும், அறிவியலின் விதிகள் மற்றும் நெறிமுறைகள் கடுமையாகப் பின்பற்றப்பட வேண்டும். சூழலியல் என்பது சுற்றுச்சூழல் அல்லது அரசியல் செயல்பாடு அல்ல, இருப்பினும் சூழலியலாளர்கள் தங்கள் தனிப்பட்ட வாழ்வில் சில சமயங்களில் சுற்றுச்சூழல் ஆர்வலர்களாக

இருந்தாலும், சூழலியல் ஆராய்ச்சியை நம்பியிருக்கிறார்கள். சூழலியல் என்பது இயற்கையைப் பற்றிய ஒருவரின் உணர்வுகளைப் பற்றியது அல்ல, இருப்பினும் சூழலியலாளர்கள் தாங்கள் படிப்பதைப் பற்றி வலுவான உணர்வுகளைக் கொண்டிருக்கிறார்கள். சுற்றுச்சூழல் அமைப்புகளில் சிக்கலான விஷயங்கள், பல பகுதிகள் உள்ளன, அவை ஒவ்வொன்றும் வெவ்வேறு வழிகளில் முழுமையாக பங்களிக்கின்றன. ஆயினும்கூட, சூழலியல் உண்மையில் ஒரு அறிவியல், அது மற்ற அறிவியல் துறைகளைப் போலவே செயல்படுகிறது. ஒன்று உண்மையா என்பதை நாம் எப்படி அறிவது? உலகத்தைப் பற்றி அறிவதற்கான ஒரு வழி அறிவியல். நம் வாழ்வின் ஒரு பகுதி எது என்பதை அறியும் வேறு சில வழிகளுக்கு மாறாக, அறிவியலின் சட்டபூர்வமானது அதிகாரம், கருத்து, அல்லது ஜனநாயகக் கோட்பாடுகளின் அடிப்படையில் அல்லாமல், நம்பகமான, திரும்பத்



TERM PAPER STRUCTURE

1	Title page
2	Abstract (optional)
3	Introduction
4	Literature review
5	Methodology
6	Results
7	Discussion
8	Conclusion
9	References
10	Appendices (optional)



திரும்பச் சொல்லக்கூடிய சான்றுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டது.

அறிவியல் அறிவின் தோற்றம்

இயற்கையில் உள்ள உயிரினங்கள் மற்றும் அமைப்புகளைப் பற்றிய தற்போதைய அறிவு மற்றும் புரிதலுக்கு சூழலியலாளர்கள் எவ்வாறு வந்துள்ளனர், சூழலியல் ஒரு வலுவான மற்றும் வளமான கோட்பாட்டு அடிப்படையைக் கொண்டுள்ளது. இயற்கை வரலாறு பற்றிய தகவல்களின் மகத்தான கூட்டுக் களஞ்சியத்தை அடிப்படையாகக் கொண்ட அடித்தளத்தில் இருந்து உருவாக்கப்பட்டது. அறிவியலைப் போலவே சூழலியலும், செயல்முறை மற்றும் கோட்பாட்டின் முக்காலியில் கட்டமைக்கப்பட்டுள்ளது. வடிவங்கள், இயற்கை உலகின் துண்டுகள் மேலும்,

செயல்முறைகளே அந்த வடிவங்களுக்குக் காரணம். அந்தக் காரணங்களின் விளக்கங்களே கோட்பாடுகள். சூழலியலாளர்கள் அசல் அறிவியல் ஆராய்ச்சியை மேற்கொள்ளும்போது, அவர்கள் வடிவங்களை ஆவணப்படுத்தவும், செயல்முறைகளைப் புரிந்து கொள்ளவும், இறுதியில் தாங்கள் கண்டுபிடித்ததை விளக்கும் கோட்பாடுகளை ஒன்றிணைக்கவும் முயல்கின்றனர்.

ஒரு விஞ்ஞானி செய்யும் ஆராய்ச்சிக்கும் கால தாளுக்கு (term paper) செய்யப்படும் ஆராய்ச்சிக்கும், அல்லது நூலகப் புத்தகங்கள் அல்லது வலைத் தளங்களில் வெளியிடப்படும் விஷயங்களைப் பயன்படுத்தி ஒரு தலைப்பைப் பற்றிய தகவல்களைச் சேகரிக்கும் பொதுமக்களின் முயற்சிக்கும் இடையே வேறுபாடு உள்ளது. விதிவிலக்குகள்

இருந்தாலும், மாணவர்கள் அல்லது பொது மக்களால் மேற்கொள்ளப்படும் ஆராய்ச்சி பொதுவாக இரண்டாம் நிலை ஆராய்ச்சி ஆகும்: தரவு சேகரிப்பு அல்லது ஏற்கனவே தெரிந்த உண்மைகளை உறுதிப்படுத்துதல். இந்த வகையான ஆராய்ச்சி பயனுள்ளது மட்டுமல்ல, அவசியமானது, ஒவ்வொரு விஞ்ஞான ஆய்வும் ஏற்கனவே அறியப்பட்டதை மதிப்பிடுவதன் மூலம் தொடங்க வேண்டும். ஆனால் விஞ்ஞானிகள் என்ன ஆராய்ச்சி செய்கிறார்கள் என்பது முதன்மையான ஆராய்ச்சி ஆகும்: இதுவரை யாரும் அறிந்திராத தகவல்களைச் சேகரிப்பது அல்லது உண்மைகளைக் கண்டறிவது. அந்த கண்டுபிடிப்பு அனுபவமே அறிவியலை நம்பமுடியாத அளவிற்கு உற்சாகமாகவும் வேடிக்கையாகவும் வைத்திருக்கிறது.

விஞ்ஞானிகள் விஞ்ஞான முறையைப் பயன்படுத்தி அறிவைப் பெறுகிறார்கள். அவ்விஞ்ஞான முறை, எப்போதும் ஒரு நிலையான வரிசையில் இல்லாமல், தொடர்ச்சியான படிகளை கொண்டுள்ளன. சூழலியலில், இந்தப் படிகளை பின்வருமாறு சுருக்கமாகக் கூறலாம்: அதிருப்தி, விளக்கம், அளவீடு, கருதுகோள்களை முன்வைத்தல், சோதனைகளைப் பயன்படுத்தி அந்தக் கருதுகோள்களைச் சோதித்தல், புதிய அல்லது மாற்றியமைக்கப்பட்ட கருதுகோள்களை மறுபரிசீலனை செய்வது மூலம் கருதுகோள்களின் சரிபார்த்தல், நிராகரிப்பு அல்லது திருத்தம் இந்த செயல்முறை முழுவதும், சூழலியலாளர்கள் பல்வேறு வகையான தகவல்களைச் சேகரித்து, அவற்றின் தரவுகளில் வடிவங்கள் அல்லது ஒழுங்குமுறைகளைத் தேடுகிறார்கள், அந்த வடிவங்களுக்கு பொறுப்பான செயல்முறைகளை முன்மொழிகின்றனர். அவர்கள் தங்கள் புரிதலை மேம்படுத்துவதற்கு உதவுவதற்காக ஒருசில மாதிரிகளை மாதிரியை அடிக்கடி ஒன்றாக இணைத்துக்கொள்கிறார்கள். இறுதியில், அவர்கள் அனுமானங்கள், தரவு, மாதிரிகள் மற்றும் கருதுகோள்களின் பல சோதனைகளின் முடிவுகளைப் பயன்படுத்தி கோட்பாடுகளை உருவாக்குகிறார்கள். விரிவான அறிவியல் கோட்பாடுகளை உருவாக்குவது ஒரே நேரத்தில் பல நபர்களால் பல திசைகளில் இருந்து தொடர்கிறது, செயல்பாட்டில் உள்ள அறிவியல் ஒரு குழப்பமான செயல்முறையாக இருக்கலாம், ஆனால் இந்த குழப்பத்தில் இருந்து இயற்கையைப் பற்றிய நமது புரிதல் வருகிறது.

"கோட்பாடு" என்ற வார்த்தையானது பொதுவான பயன்பாட்டில் இருப்பதை விட அறிவியலில் மிகவும் வித்தியாசமான பொருளைக் கொண்டுள்ளது. ஒரு விஞ்ஞானக் கோட்பாடு என்பது பெரிய அளவிலான தகவல்களின் பரந்த, மற்றும் விரிவான விளக்கமாகும், இது காலப்போக்கில், பல்வேறு வகையான சான்றுகளின் பரந்த அளவிலான குவிப்பு மூலம் ஆதரிக்கப்பட வேண்டும் மற்றும் இறுதியில் உறுதிப்படுத்தப்பட வேண்டும் (அல்லது நிராகரிக்கப்பட வேண்டும்). பிரபலமான பயன்பாட்டில், "கோட்பாடு" என்ற வார்த்தை பொதுவாக வரையறுக்கப்பட்ட, குறிப்பிட்ட அனுமானம் அல்லது ஒரு யுகம் அல்லது "ஹன்ச" ஆகியவற்றைக் குறிக்கிறது. ஒரு அறிவியல் கோட்பாட்டின் அர்த்தத்தை "ஒரு யுகத்துடன்" சமன்படுத்துவது, பிரபலமான பத்திரிகைகளிலும், அரசியல் ரீதியாக குற்றம் சாட்டப்பட்ட விவகாரங்களில் அது சார்ந்த விவாதங்களுக்கும் முடிவே இல்லை.

ஒரு கோட்பாடு பல ஆண்டுகளாக வலுவான ஆதாரங்களுடன் வலுவூட்டப்பட்டால், புதிய கண்டுபிடிப்புகள் கோட்பாட்டை தொடர்ந்து ஆதரிக்கும் மற்றும் பெருக்கும் போது, எந்த தீவிரமான முரண்பாடான ஆதாரத்தையும் உருவாக்கவில்லை, அது ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்ட கட்டமைப்பாக அல்லது அறிவியல் சிந்தனையின் வடிவமாக மாறும். அதில் இருந்து புதிய ஊகங்கள் உருவாகலாம். நியூட்டனின் ஈர்ப்புக் கோட்பாடு, டார்வினின் பரிணாமக் கோட்பாடு மற்றும் ஐன்ஸ்டீனின் சார்பியல் கோட்பாடு ஆகியவற்றில் இதுதான் நிகழ்ந்தது. விஞ்ஞானிகள் தங்கள் சிந்தனையை ஒழுங்கமைக்கவும் இயற்கையைப் பற்றிய கூடுதல் கணிப்புகளைப் பெறவும் இத்தகைய மேலோட்டமான கோட்பாடுகளைப் பயன்படுத்துகின்றனர்.

ஒரு அறிவியல் கருதுகோள் என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட அவதானிப்பு அல்லது அவதானிப்புகளின் தொகுப்புக்கான சாத்தியமான விளக்கமாகும். ஒரு கருதுகோள் முழுமையாக வளர்ந்த கோட்பாட்டை விட சிறியதாக உள்ளது. கருதுகோள்கள் பரிசோதிக்கப்பட வேண்டும். அறிவியல் சான்றுகளைப் பயன்படுத்தி சரிபார்க்க அல்லது நிராகரிக்கக்கூடிய ஒரு கணிப்பை அல்லது அறிக்கையை அவை கொண்டிருக்க வேண்டும்.